

BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE UND BEWIRTSCHAFTUNG
VON FORELLEN (*SALMO GAIRDNERII* UND *S. TRUTTA*)
IN CHILE

VON
HANS JOHST WETZLAR
LIMNOLOGISCHES INSTITUT, KONSTANZ

DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
VORGELEGT DER
FAKULTÄT FÜR BIOLOGIE
DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT
IN FREIBURG / BR.
AUGUST 1979



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545307_0003

BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE UND BEWIRTSCHAFTUNG
VON FORELLEN (*SALMO GAIRDNERII* UND *S. TRUTTA*)
IN CHILE

VON
HAYO WETZLAR
LIMNOLOGISCHES INSTITUT, KONSTANZ

DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
VORGELEGT DER
FAKULTÄT FÜR BIOLOGIE
DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT
IN FREIBURG / BR.

AUGUST 1979

BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE UND BEWIRTSCHAFTUNG
VON FORELLEN (SALMO GARDNERII) UND S. TRUTTA
IN CHILE

VON
HAYO WETZLAR
LIMNOLOGISCHES INSTITUT KONSTANZ



DISSERTATION ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADDES
VORGESERT DER
FAKULTÄT FÜR BIOLOGIE
DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT
IN FREIBURG I. BR.
AUGUST 1979

1.	Einleitung	1
=====		
2.	Die Forellen in Chile	3
=====		
2.1.	Kurzer Überblick über die chilenischen Binnengewässer	3
2.2.	Salmonideneinbürgerungen in Süd-Südamerika	8
2.2.1.	Salmonideneinbürgerungen in Chile	8
2.2.2.	Salmonideneinbürgerungen in Argentinien	12
2.3.	Verbreitung und Vorkommen von Forellen in Chile	14
2.4.	Gegenwärtige Bewirtschaftung der Binnen- gewässer	22
2.4.1.	Gesetzgebung und Sportfischerei	22
2.4.2.	Fischzuchtanstalten	24
2.4.3.	Haltung von Forellen in Netzgehegen	30
3.	Zur Systematik der Forellen in Chile	32
=====		
3.1.	Einleitung	32
3.2.	Methoden	33
3.2.1.	Fang und Konserverierung	33
3.2.2.	Morphometrische Messungen	33
3.2.3.	Meristische Daten	35
3.3.	Ergebnisse	36
3.3.1.	Morphometrische Messungen	36
3.3.2.	Meristische Daten	40
3.3.3.	Färbung	45
3.4.	Diskussion	48
3.4.1.	Wert morphometrischer und meristischer Merkmale zur Rassenbestimmung	48
3.4.2.	Rassen der europäischen Forelle in Chile	49
3.4.3.	Rassen der Regenbogenforelle in Chile	52
3.4.4.	Die Formen der Regenbogenforelle in Deutschland	57
4.	Die monatliche Fischerei im lago Calafquén	59
=====		
4.1.	Einleitung	59
4.2.	Material und Methoden	59
4.2.1.	Der lago Calafquén	59
4.2.2.	Fangmethoden	61

4.2.3.	Echolotaufnahmen	63
4.3.	Ergebnisse und Diskussion	64
4.3.1.	Maschenselektion	64
4.3.2.	Fang je Einheit des Fischereiaufwandes (Einheitsfang)	69
4.3.3.	Echolotaufnahmen	83
5.	Parasiten und Krankheiten	88
=====		
5.1.	Einleitung	88
5.2.	Material und Methoden	88
5.3.	Diphyllbothrium spec.	90
5.3.1.	Ergebnisse	90
5.3.2.	Diskussion	101
5.4.	Weitere Parasiten und Krankheiten	106
6.	Stundenfangerfolg und Längen-Gewichtskor-	
=====		
	relation	109
=====		
6.1.	Einleitung	109
6.2.	Methoden	109
6.2.1.	Abschätzung des Stundenfangerfolges mit der Angel	109
6.2.2.	Die Schuppenmethode	110
6.2.3.	Berechnung der Wachstumskurve	110
6.2.3.1.	Die spezifische Ringdichte	110
6.2.3.2.	WALFORD-Plot	112
6.2.3.3.	Die VON-BERTALANFFY-Wachstumsformel	113
6.2.4.	Die Längen-Gewichtskorrelation	114
6.3.	Ergebnisse und Diskussion	115
6.3.1.	Stundenfangerfolg mit der Angel	115
6.3.2.	Das Wachstum im Jahresverlauf	117
6.3.3.	Die Beziehung zwischen Fischlänge und Schuppenradius	121
6.3.4.	Wachstumskurven	123
6.3.5.	Der Konditionsfaktor	133
6.3.6.	Längen-Gewichtskorrelation	141

7.	Mageninhaltsuntersuchungen	147
=====		
7.1.	Einleitung	147
7.2.	Material und Methoden	148
7.2.1.	Mageninhaltsanalyse	148
7.2.2.	Nahrungskoeffizient	151
7.2.3.	Habitatbestimmung	151
7.2.4.	Diversitätsindex	152
7.2.5.	Vergleich der Zusammensetzung von Magen- inhalten	153
7.3.	Ergebnisse und Diskussion	155
7.3.1.	Quantitativer Teil	155
7.3.2.	Qualitativer Teil	159
7.3.2.1.	Einfluß der Fangmethode und der Tageszeit	159
7.3.2.2.	Vergleich der Geschlechter	161
7.3.2.3.	Vergleich von <i>Salmo trutta</i> und <i>S. gairdnerii</i>	161
7.3.2.4.	Vergleich von verschiedenen Größenklassen	165
7.3.2.5.	Vergleich verschiedener Jahreszeiten	168
7.3.2.6.	Vergleich der Nahrung von <i>Salmo gairdnerii</i> von verschiedenen Fundorten	172
7.3.2.7.	Die Ernährung der Forellen in Chile - Überblick	180
8.	Die Salmoniden und die autochtone Süß- wasserfauna	185
=====		
8.1.	Anmerkungen zur Tiergeographie und Ökologie der autochtonen chilenischen Binnenge- wässerfauna	185
8.2.	Auswirkungen der Salmonidenimporte auf die autochtone Binnengewässerfauna	187
8.3.	Die Einnischung der Forellen in Chile	192
9.	Fortpflanzungsbiologie der Forellen in Chile	195
=====		
9.1.	Einleitung	195
9.2.	Material und Methoden	195
9.2.1.	Allgemeines	195
9.2.2.	Reifeschlüssel	196
9.2.3.	Gesamteizahl- und Eigewichtsbestimmungen	197

9.3.	Ergebnisse	198
9.3.1.	Gonaden- und Eiwachstum im Jahresverlauf	198
9.3.2.	Gesamteizahl pro Weibchen	205
9.3.3.	Eigewichte	209
9.3.4.	Weitere Beobachtungen	213
9.4.	Diskussion	214
9.4.1.	Laichzeiten	214
9.4.2.	Gesamteizahl pro Weibchen und Eigewichte	217
10.	Forellenpopulationen und Möglichkeiten	220
=====	chilenischer Binnenfischerei	
=====		
10.1.	Einleitung	220
10.2.	Forellenpopulationen in chilenischen Gewässern	221
10.2.1.	Ursachen und Folgen verschiedener Populationsdichten	221
10.2.2.	Maßnahmen zur Bestandsregulierung und Optimierung der Bewirtschaftung	224
10.2.2.1.	Schonzeiten	224
10.2.2.2.	Schonmaß und Begrenzung der Fangmenge	225
10.2.2.3.	Besatzmaßnahmen	227
10.2.2.4.	Weitere Maßnahmen (Schonreviere, Fischtrepfen, Kontrolle und Erziehung, Forschung)	228
10.3.	Fischereierträge in chilenischen Binnengewässern	230
10.4.	Weitere Möglichkeiten der Fischereiwirtschaft in Chile	235
10.4.1.	Sportfischerei und kommerzielle Fischerei	235
10.4.2.	Aquakultur	236
10.4.3.	Einbürgerung weiterer Fischarten	237
11.	Zusammenfassungen	239
=====		
11.1.	Zusammenfassung (deutsch)	239
11.2.	Resumen ampliado en Castellano	246
12.	Danksagung	253
=====		
13.	Literaturverzeichnis	254
=====		

1. Einleitung

=====

Als etwa zu Beginn dieses Jahrhunderts Forellen in Chile eingeführt wurden, folgte man einem weltweiten Trend, der heutzutage dafür verantwortlich zu machen ist, daß die Regenbogenforelle (*Salmo gairdnerii*, RICHARDSON 1836) und die europäische Forelle (*Salmo trutta*, LINNE 1775) auf allen Kontinenten in geeigneten Gewässern verbreitet sind (MACCRIMMON 1971, MACCRIMMON u.a. 1968, 1970, Abb. 2/03).

Gegenwärtig haben Salmoniden in Chile ihre Bedeutung hauptsächlich für den Tourismus. Forellen sind die beliebtesten und wichtigsten Sportfische in Chile, die im Sommer viele einheimische und ausländische Sportangler besonders in das Seengebiet des "Kleinen Südens" locken. Da das Land über eine lange Küste mit dem äußerst fruchtbaren Humboldtstrom verfügt, wurden die gesamten Binnengewässer von offizieller Seite aus nie ernsthaft als Proteinquelle in Betracht gezogen. Nur für die Landbevölkerung, unter ihnen in erster Linie die meist geographische und gesellschaftlich isolierten "Mapuches" (Ureinwohner des "Kleinen Südens"), war die Binnenfischerei stets Gewohnheitsrecht. Besonders in der Hochkordillere brachten die Forellen eine willkommene Bereicherung der Speisekarte. Diese Leute fischen jedoch ohne den für sie unerschwinglichen Jahresfischereischein, weshalb die legale Forellengelei in erster Linie eine Domäne wohlhabender Schichten bleibt.

Erst in letzter Zeit, hauptsächlich bedingt durch den Zusammenbruch der Anchovetafischerei (*Engraulis ringens*), macht sich die Erkenntnis breit, daß auch die Nahrungsquellen des Meeres erschöpflich sind. Daher will man ebenso wie in den Nachbarländern Chiles die Binnengewässer einer stärkeren Nutzung unterziehen. Hierbei jedoch denkt man in erster Linie an die Salmoniden, deren qualitativ hochwertiges Fleisch wohlhabenden Schichten im Land selbst oder dem Export vorbehalten bleiben wird.

Von Seiten der Regierung sind die Entscheidungsgremien der Fischereiverwaltung personell sehr schwach besetzt. Fehlende biologische, limnologische und fischereiliche Grundkenntnisse, unklare Vorstellungen über die Produktivität der Binnengewässer

und die daraus resultierenden Nutzungsmöglichkeiten erschweren die Aufstellung eindeutiger Richtlinien zur Bewirtschaftung, was sich in einer ideenlosen, rein auf Verwaltung ausgerichteten Fischereipolitik bemerkbar macht.

Vor ca. 75 Jahren gelangten Forellen in einen Lebensraum besonderer Eigenart: Die ringsum natürlichen Grenzen Chiles sorgten für relative Abgeschlossenheit der Binnengewässer. Der geologisch junge und von drastischen Veränderungen betroffene Lebensraum und der trotz unterschiedlichster Klimazonen relativ einseitige Gewässertyp, ließ nur eine geringe Artenzahl an Süßwassertieren entstehen, was besonders auch für die Fische gilt. Der Besatz dieses Lebensraumes mit völlig andersartigen Faunenelementen mußte sowohl für die einheimischen als auch für die eingeführten Arten wichtige Konsequenzen haben.

Die hier vorgelegte Arbeit soll daher zwei wesentliche Aspekte behandeln: Der erste Gesichtspunkt ist mehr von allgemeinem Interesse und soll die Auswirkung einer Topcarnivoren-Einfuhr auf die einheimische Fauna und die Rückwirkung auf die neu eingeschleppten Arten selbst untersuchen. Durch Diskussion von angewandten Fragen und der Erarbeitung von wichtigen biologischen Grundlagen soll andererseits ein Beitrag zu anstehenden fischereipolitischen und praktischen Entscheidungen geleistet werden. Durch den Vergleich unterschiedlicher Populationen soll versucht werden über die deskriptive Darstellung des Istzustandes der Forellenfischerei in Chile hinaus kausalanalytische Zusammenhänge zu diskutieren, die von allgemeinem Interesse für die Biologie dieser Edelfische sein können.

2. Die Forellen in Chile

2.1. Kurzer Überblick über die chilenischen Binnengewässer

Die geographische Einteilung Chiles in den "Großen Norden" (bis zur Wasserscheide nördlich des Huascotales, ca. $28^{\circ} 30'$ s.B., Wüste und Halbwüste), "Mittelchile" bis südlich Puerto Montt und einschließlich der Insel Chiloé, die Landschaftstypen von Flußoasen bis immergrünem valdivianischen Regenwald umfassend, und dem daran anschließenden "Großen Süden" (andin-patagonisches Gebiet, WEISCHET 1970, Abb. 2/01), soll, da sie sich allgemein durchgesetzt hat, auch in dieser Darstellung benutzt werden, obwohl sie mehr siedlungs- und wirtschaftsgeographische Bedeutung hat. Die biographischen Einteilungen nach MANN (1960, Abb. 2/01) oder die Vegetationsgebiete nach SCHMITHÜSEN (1956) zeigen jedoch besser die biographischen Eigenheiten des Landes.

Im Hinblick auf die Binnengewässer läßt sich nach DE MARTONNE (1904) und FUENZALIDA (1965) eine grobe Übersicht treffen, indem man das chilenische Gebiet in einen "areischen Bereich" ohne periodischen oder episodischen oberirdischen Abfluß, (ca. zwischen 23° und 25° s.B.), einen "endoreischen Bereich" (Flüsse enden in Binnenbecken) und einen "exoräischen Bereich" mit Abfluß zum Meer einteilt, wobei die Grenze zwischen beiden letzteren etwa im Gebiet des río Copiapo (Abb. 2/01) zu suchen ist, dessen Wasser nur zeitweilig den Pazifik erreichen.

Die Gewässer des großen Nordens Chiles enden auf der Ostabdachung der Andenkordillere in abflußlosen Salzpflanzen des Altiplanos und haben hier Verbindung zu denen Boliviens, wo in dessen Staatsgebiet an verschiedenen Stellen besonders in lago Titicaca Forellen vorkommen. Die Gewässer, die von der Kordillere in Richtung Westen zum Pazifik hin führen, versickern meist noch im Präkordillerenbereich am Wüstenrand. Nur die ríos Lluta (bei Arica), Camarones und Loa durchfließen die Wüste bis zum Meer, letzterer, der in ca. 440 km langem Lauf den aridesten Kern der Atacamawüste in einem cañonartigen Tal durchquert, ermöglicht in seinem andinen Einzugsgebiet die Existenz von Forellen.

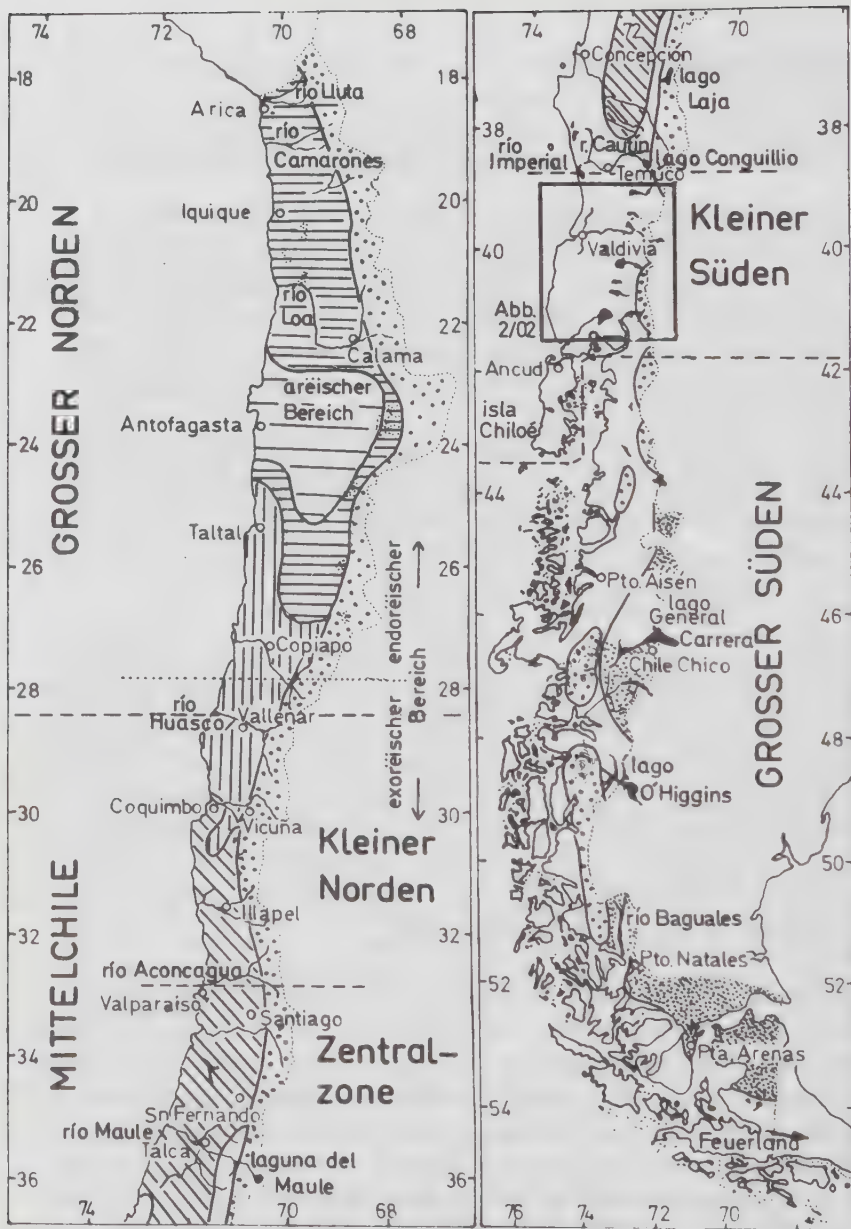
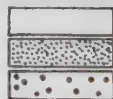


Abbildung 2/01: Einteilung Chiles (WEISCHET 1960) und biogeographische Regionen (MANN 1960). Die angegebene Primärvegetation ist größtenteils einer Kulturlandschaft gewichen.



Wüste
Gestrüpp
Savanne



Urwald
Steppe
Gebirge

(Weitere Information zur Hydrographie des Großen Nordens: KLOHN, 1972).

Im Gebiet Mittelchiles verläuft die Grenze mit Argentinien auf der Wasserscheide (Ausnahme: lago Lacar/Argentinien, der durch den río Valdivia zum Pazifik entwässert). In der Hochkordillere sind einige Seen ausgebildet, die besonders in der Zentralzone oft Stauseen oder natürliche und sekundär überstaute Seen sind (laguna del Maule, lago Laja). Sie sind zum größten Teil vulkanischen Ursprungs, entstanden durch Talabschlüsse, verursacht von Lavaströmen mit oft sehr geringem Alter. LÖFFLER (1960) vermutet, daß über 700 - 1000 m sie dem dimiktischen Seetyp zuzuordnen sind. Dies gilt aber wohl nur für Seen südlich des 38. Breitengrades. Wegen intensiver Einstrahlung sind die nördlich davon gelegenen Hochkordillerenseen wohl monomiktisch, absichern läßt sich diese Behauptung jedoch erst durch limnologische Untersuchungen, die bis heute aus diesem Gebiet gänzlich fehlen. Südlich des 39. Breitengrades schließt sich im chilenischen Längstal eine Kette von Andenfußseen meist glazialen Ursprungs an (LAUGENIE 1971, BRÜGGEN 1920, Abb. 2/02) die dem warm-monomiktischen (HUTCHINSON und LÖFFLER 1956) = subtropischen Seetyp (RUTTNER 1962) zugehören. Das Alter der Staumoränen der südlichsten Seen geben, MERCER (1972) und MERCER u.a. (1973) mit etwa 14.000 bis 20.000 Jahren an, die angestauten Seen sind somit als geologisch jung anzusprechen. Die Tatsache, daß sie zum großen Teil Kryptodepressionen sind (ARENAS 1972, LÖFFLER 1960), hatte für die Einwanderung von Meeresfischen zu Zeiten der Transgression und damit zur Entwicklung einer endemischen Fischfauna sicher Bedeutung.

Auch in dieser Zone sind die Kordillerenseen, die jedoch wesentlich tiefer liegen (lago Lacar = 625 m ü.NN. CORDINI 1964, Abb. 2/02), oft vulkanischen Ursprungs, ja im Extremfall der Seen Llanquihue und Todos-los-Santos wuchs der Vulkan Osorno (2 660 m) erst gegen Ende der letzten Vereisung zwischen die Seen, die früher eine Einheit bildeten, hinein (BRÜGGEN 1929).



Abbildung 2/02: "Kleiner Süden" Chiles mit Andenfußseen, Zentrum der Salmonidenfischerei und Hauptuntersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit. Gestreift: Höhen über 250 m ü. N. N..

Flüsse und Bäche des "Kleinen Südens" zum "Regen-Schnee-Regime" (PARDE 1947) gehörig, sammeln sich meist nach kurzem, turbulenten Verlauf in den Andenfußseen, die somit als Retensionsbecken fungieren und von denen mehrere hintereinandergeschaltet sein können (Abb. 2/02). Durch lokal sehr hohe Niederschläge (bis 6000 mm/a, GOLTE 1973) in der Hochkordillere sind sie sehr wasserreich, das Maximum des Abflusses liegt im Winter, das Minimum am Ende des Sommers (Tab. 4/05). Die Unterläufe der Flüsse, die meist aus einer Seengruppe entwässern sind strömungsreich, sodaß ein Potamon (ILLIES 1961) in Chile nicht ausgebildet war, bis am 22. 5. 1960 durch ein Erdbeben weite Gebiete (ca. 15 000 ha allein an agrarischem Nutzland) im Becken von Valdivia durch Absenkung 1,5 bis 2 m und Rückstau von Meer unter Wasser blieben (WEISCHET 1970). Hier bildeten sich weite, strömungsarme flache Überschwemmungsgebiete besonders im Unterlauf der Zuflüsse des río Valdivia (Abb. 2/02), wo sich heute der Karpfen (*Cyprinus carpio*) stark verbreitet hat.

Die physikalisch-chemischen Verhältnisse sind bei LÖFFLER (1960) und CAMPOS u.a. 1974 a,b, 1977, 1978a,b, im Druck) dargestellt. LÖFFLER (1960) stuft die Seen als obligo-bis mesotroph ein, die Sichttiefe ist entsprechend groß (bis 25 m im lago Llanquihue), die Werte auf der Forel-Ule-Skala schwanken zwischen 2 und 9, gelöstes Phosphat ist im allgemeinen nicht nachweisbar, Nitrat kommt, wenn überhaupt, nur in Spuren vor. Die Sauerstoffsättigung steigt im Epilimnion bis 113%, während im Hypolimnion nur geringe Zehrung stattfindet und man hohe Sättigungswerte antrifft. Die Konzentration der gelösten Stoffe ist sehr gering, Leitfähigkeitswerte liegen zwischen 15 und 76 uS (lago Chapo bzw. lago Llanquihue) der SBV maximal bei 0,50 mg/l (lago Llanquihue) und die Totalhärte zwischen 0,5 und 1,3⁰ dH. (lago Hulpilún /lago Llanquihue, kalkarmes Urgestein). Die nach Süden anschließenden Gewässer um Puerto Montt, besonders westlich davon und auf der isla grande de Chiloé (Abb. 2/01), sind ausschließlich dystroph.

Die Staatsgrenze im "Großen Süden" Chiles (Abb. 2/01) verläuft nicht mehr ausschließlich auf der Wasserscheide, ja sie durchschneidet sogar einige Seen, die auf argentinischer und chilenischer Seite unterschiedliche Namen führen. In dem unerschlossenen

Süden, in dem limnologische Untersuchungen gänzlich fehlen, taucht die Kordillere ins Meer ab und bildet so weitverzweigte Fjorde und eine Unzahl von Inseln. Durch sehr häufige Niederschläge (lokal bis 11 000 mm/a) gibt es eine Vielzahl von Seen beträchtlicher Größe: der chilenische Teil des lago General Carrera -, argentinisch = lago Buenos Aires, übertrifft mit ca. 1 000 km² den lago Llanquihue (ca. 851 km²) und ist somit der größte chilenische Binnensee. Zahlreiche Flüsse ergießen sich in die Fjorde und überschichten das Meerwasser so mit einer Schicht Süß- und Brackwasser (VIVIANI, persönliche Mitteilung). LÖFFLER (1960) vermutet, daß der dimiktische Seetyp vom lago General Carrera ab südlich vorkommt, jedoch müßte man die Grenze noch weiter im Süden ansetzen, da nach meinen Erfahrungen anhaltende Stürme im Winter und ungenügend tiefe Temperaturen eine Winterstagnation hier im allgemeinen noch verhindern dürften.

2.2. Salmonideneinbürgerung in Süd - Amerika

2.2.1. Salmonideneinbürgerung in Chile

Einbürgerungsversuche von Salmoniden nach Chile erfolgen seit etwa 100 Jahren. Dabei sind verschiedene Perioden erkennbar: Die erste Phase ist gekennzeichnet durch einige erfolglose Versuche von Einzelpersonen, stets wurden wohl nur geringe Mengen importiert und in örtlich begrenzten Bezirken freigelassen:

- 1878 erfolgte ein ergebnisloser Versuch von Tomas Urmenta (MACCLUIE und BAVARI, Jahr ?).
- 1885 (BARROS 1961) oder 1888 (MACCLUIE und BAVARI, Jahr ?) Versuch von Isidora Goyenecha de Cousiño, sie setzte einige Forellen im río Chirilongo bei Lota aus, von denen 1903 zwei oder drei Exemplare wiedergefangen wurden.

- Ein weiterer Versuch des englischen Ichthyologen Smithson im selben Zeitraum schlug fehl (MACCLUIE und BAVARI, Jahr ?).
- Im letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts brachte der Franzose Julio Besnard, Direktor der "Quinta Normal" (landwirtschaftlicher Mustergarten und Ausstellungsgelände im Santiago), neben anderen Fischen einige Bachforellen nach Chile, die sich jedoch nicht vermehrten (GOLUSDA 1927, BARROS 1961).

Eine zweite Phase lief zu Beginn dieses Jahrhunderts an, als von offizieller Seite aus (Dirección General de Bosques, Pesca y Caza / Landwirtschaftsministerium) in einigen Arbeiten (ALBERT 1902, ANDERSON SMITH 1902) die Möglichkeiten eines groß angelegten Einbürgerungsversuches geprüft und für gut befunden wurde. So gelangten unter der Leitung von den Deutschen Federico (Fritz) Albert, Jorge (Georg) Golusda und Rodolfo (Rudolf) Wilde im Jahr 1905 die ersten Eier des Rheinlachs, der Bach-, See(?) - und Regenbogenforelle von Hamburg aus nach Chile. Durch die schwierigen Transportbedingungen gingen von den ursprünglich 400 000 Eiern rund 50% verloren (GOLUSDA 1927). Die Jungfische wurden in den ríos Aconcagua, Maule, Cautin und Toltén bei Temuco (Abb. 2/01 und Abb. 2/02) ausgesetzt.

- Dieselben Arten wurden auch 1906 importiert, diesmal wurden außerdem die ríos Rahue, Maullin und Petrohue (Abb. 2/02) besetzt (BARROS 1961).
- 1907 gelangten 20 000 Eiern des Bachsaiblings (*Salvelinus fontinalis*) aus Argentinien nach Chile (BARROS 1961), nach EIGENMANN (1927) geschah das schon im Jahr 1905.
- 1908 wiederum ein Import aus Deutschland, unter anderem wurden Eier der Meerforelle erbrütet (BARROS 1961).
- 1910 gelangten 1 200 000 Salmonideneier auf dem Weg über Argentinien ins Land (MACCLUIE und BAVARI, Jahr ?), diese Serie von Importen wurde nach SCHÄFER (1954) dann im Jahr 1913 beendet.

Besonders im Zusammenhang mit den Untersuchungen zur Rassenfrage ist es interessant, den komplizierten Weg der Regenbogenforelle von ihrem Ursprungsgebiet im westlichen Nordamerika bis nach Chile darzustellen, was in Abbildung 2/03 geschehen ist. Daß sich auf diesem Weg die ursprünglichen Formen nicht erhalten haben können, ist offensichtlich (siehe auch Kapitel 3.4.3.).

In der dritten Phase der Salmonidenimporte in den zwanziger Jahren wurden nordamerikanische Edelfische wohl durchweg ohne Erfolg ausgesetzt.

- Es waren dies im Jahre 1924 *Oncorhynchus tshawytscha*, 200 000 Eier (BARROS 1961), von denen allerdings schon fast die Hälfte



Abbildung 2/03.

Ursprüngliches Verbreitungsgebiet der Regenbogenforelle (punktiert) und Regionen, wo sie importiert und erfolgreich eingebürgert wurde (nach MACCRIMMON 1971, umgezeichnet). Eingetragen wurden Wege und Zeitpunkt der Forellenimporte nach Chile.

beim langen Transport (97 Tage !) eingingen. Nach der Inkubation in der Fischzuchtanstalt río Blanco (Abb. 2/06) wurden sie in den ríos Cautín, Maullín, Cochamó und Puelo ausgesetzt (Abb. 2/01, 2/02). - 1930 erfolgten dann weitere Importe von Pazifiklachsen der Arten *O. nerca* (114 000 Eier) und *O. kisutch* (225 000 Eier), BARROS 1961, LOBELL 1947, letztere Art soll nach MANN (1954) schon in den Jahren 1905 bis 1910 eingeführt worden sein (ebenfalls 225 000 Eier). Alle diese Aussetzungsversuche krankten wohl daran, daß jeweils nicht ausreichende Mengen in einmaligen Aktionen freigelassen wurden. Im selben Jahr wurden auch *Cristivomer* (= *Salvelinus*) *namaycush* (200 000 Eier) und *Coregonus clupeaformis* (250 000 Eier) ausgesetzt, (BARROS 1961 und LOBELL 1947), beide Arten haben sich jedoch nicht gehalten.

Zwei lokale Einbürgerungsversuche wurden im extremen Süden und Norden Chiles versucht. SCHÄFER (1954) berichtet von Importen nach Argentinien in den Jahren 1935 - 1937 von insgesamt ca. 445 000 Salmonideneiern der Regenbogen- und europäischen Forelle, des *Salmo salar* sebago (nichtwandernder Binnenlachs Nordamerikas) und des Bachsaiblings, alle wurden auf Feuerland verteilt und gelangten dadurch auch von selbst zur chilenischen Seite (siehe Kap. 2.1.). Im andinen Teil des río Loa (Abb. 2/01), der die nordchilenische Atacama-Wüste durchquert, wurden unter dem Einfluß U.S.-amerikanischer Ingenieure der Kupferminen Salmoniden verschiedener Arten und Herkunft ausgesetzt. 1949 wurde der Fluß mit Regenbogen und europäischen Forellen kanadischer, U.S.-amerikanischer und südchilenischer (aus Europa stammend) Herkunft besetzt. 1953 kam nochmals ein Transport von "kamloops trout" (lokale Form der Regenbogenforelle), "brook trout" (*Salvelinus fontinalis*), "German brown trout" (*Salmo trutta forma fario*) und "kokanee" (*Oncorhynchus nerca kennerlyi*, permanenter Süßwasserlachs), jedoch haben sich nur *Salmo trutta* und *S. gairdnerii* durchgesetzt (Quelle: chilenische Fischereizeitung "Pesca, Caza y Lanzamiento, Heft 25 - 26, Mai 1974).

In der letzten Phase in jüngster Zeit befaßt man sich ausschließlich mit den Pazifiklachsen der Gattung *Oncorhynchus*. Unter Zusammenarbeit des chilenischen Landwirtschaftsministeriums (División de Pesca y Caza) und des amerikanischen Friedenscorps (Peace Corps) gelangten von 1968 bis 1972 Eier von *O. kisutch* nach Chile, die man nach der Erbrütung im estero La Zorra / Provinz Llanquihue und 1970 auch im río Chirri / Provinz Osorno (Abb. 2/02) aussetzte. 1970 importierte Chile außerdem 500 000 Eier von *O. tshawytscha*, die man ebenfalls im río Chirri freiließ.

Im Januar 1973 wurden im río Claro bei Coyhaique / Provinz Aisén (Abb. 2/01) 97 000 junge *O. masou* ausgesetzt, die im November 1972 aus Japan eingeflogen worden sind. Von allen diesen Versuchen ist bisher kein offizieller Wiederfang bekannt geworden, obwohl es genügend Versuche und einige Gerüchte gibt. (Quellen: unveröffentlichte Berichte des Servicio Agrícola y Ganadero, NAGASAWA u.a. 1974).

Seit 1974 läuft mit japanischer Hilfe ein Projekt zur Einfuhr von *O. keta* in Coihayque / Provinz Aisén (Abb. 2/01). Zweimal pro Jahr werden im März und November 1 Million Eier aus Japan eingeflogen, erbrütet und im Mai bzw. Januar im río Claro freigelassen. Dieses geschah 4 Jahre hindurch, man hofft, daß sich eine eigene Population aufbaut, die die Fischerei im wenig entwickelten "Großen Süden" Chiles fördert (AGUILERA, persönliche Mitteilung). Wiederfangversuche der für 1970 zurück erwarteten ersten laichreifen Fische blieben jedoch bisher erfolglos.

Auf der Insel Chiloé im lago Popetán wurden im März 1977 ca. 3 Millionen von *Oncorhynchus tshawytscha* erbrütet und nach der Aufzucht in schwimmenden Metallgittergehegen freigelassen. Zusammenfassend läßt sich feststellen: Nach meinen Erfahrungen haben sich allgemein die europäische und die Regenbogenforelle durchgesetzt. Der Bachsaibling hält sich in kleinen Populationen in der Laguna del Inca (Ojo del Agua) und in Aisén (lago Rosselot und Yelcho?). *Oncorhynchus keta* befindet sich noch im Stadium der Einbürgerung. Die Existenz der anderen 7 Salmoniden- und Coregonenarten ist unbekannt und unwahrscheinlich.

2.2.2. Salmonideneinbürgerung in Argentinien

Gleichzeitig wurden auch auf argentinischer Seite Einbürgerungsversuche mit Salmoniden durchgeführt, jedoch beauftragte die dortige Regierung dazu Fischzüchter aus den USA, so daß nach Argentinien zunächst kaum Salmoniden aus Europa kamen, abgesehen von einer verlustreichen Sendung von englischen Bachforelleneiern (Loch Leven Trout, 1906, PLAZA 1950, 25 000 Eiern des Atlantiklachs (*Salmo salar*) und 50 000 Eiern der Regenbogenforelle aus England (TULIAN 1908). Ab 1930 gelangten weitere Salmonideneier aus Dänemark und Chile nach Argentinien, alle Importe sind in Tab. 2/01 zusammengefaßt.

Die Einfuhren auf die Malvinen (Falkland Inseln) sind dabei außer Betracht gelassen (siehe dazu MACCRIMMON u.a. 1968 und 1971, ARROWSMITH u.a. 1965).

Tabelle 2/01.

Salmonidenimporte nach Argentinien. Angabe der Anzahl der Eier und des Herkunftslandes. Daten aus: TULIAN 1908, FENINGER 1956, MACCRIMMON u.a. 1968, PILLAY 1969, MACCRIMMON 1971.

Art	Zeitraum			
	1904 - 1910	1930 - 1932	1942	1969
Salmo salar sebago	165 000 (USA)	50 000 (USA)		
Salmo salar	25 000 (England)			
Salmo gairdnerii	617 000 (USA)	125 000 (Chile)		? (Dänemark)
Salmo trutta	6 000 (England)	175 000 (Chile)	10 000 (Chile)	
Salvelinus fontinalis	587 000 (USA)			
Oncorhynchus tshawytscha, O. nerka, O. kisutch	1 100 000 (USA)			
Coregonus clupeaformis	100 000 (USA)			
Christivomer namacush	432 000 (USA)			

Die Regenbogenforelle ist heute verbreitet in der patagonischen Kordillere und Steppe (einschließlich Feuerland), in den Nationalparks Los Alerces, Nahuel-Huapi und Lanin, am Kordillerenabhang Nordargentinien, in der sierra de Cordoba, sierra de San Luis und sierra de las Ventanas / Provinz Buenos Aires (CORDIVIOLA 1974, Plaza 1950, MARINI 1936, MACCRIMMON 1971), während *S. trutta* ihr Verbreitungsgebiet heute in Patagonien, Feuerland und der Kordillere nordwärts bis zur Höhe von Mendoza hat und außerdem auf den Malvinen (= Falkland Inseln) vorkommt (MACCRIMMON u.a. 1968, ARROWSMITH u.a. 1965).

2.3. Verbreitung und Vorkommen in Chile

Mit den Einfuhren wurden die Salmoniden im Land verteilt. 1906 gelangten sie in die ríos Aconcagua, Maule (Abb. 2/01), Cautín und Toltén, 1907 ebenso in die ríos Calle-Calle und Bueno (Abb. 2/02). Als kurz darauf von der provisorischen Brutanstalt am Ufer des río Maullín die Flüsse Rahue, Petrohue und Puelo besetzt wurden, war schon der "Kleine Süden" vollständig besiedelt. Durch chilenische Nachzuchten wurden die Besatzmaßnahmen weitergeführt. 1909 wurden schon die ersten Wiederfänge gemeldet, die sich im nächsten Jahr häuften; und ab 1912 wurde mit einer kommerziellen Fischerei im río Cautín begonnen, die Mitte der 20-iger Jahre außerdem auf die ríos Toltén und Calle-Calle (Abb. 2/02) ausgedehnt wurde (GOLUSDA 1927).

In der Provinz Magallanes (mit Feuerland) (Abb. 2/01) wurden relativ spät Forellen ausgesetzt, jedoch wurde dieses Gebiet wahrscheinlich schon vorher von Argentinien aus besiedelt, da hier die Landesgrenze nicht immer auf der Wasserscheide verläuft (siehe Kap. 2.1.). Ab 1927 gelangten Forellen aus Chiles Zentralzone und Argentinien (siehe Kap. 2.2.) dorthin, womit die Gewässer südlich von Pto. Natales (Abb. 2/01) besetzt wurden (SCHÄFER 1954).

Bis 1962 existierten in der Provinz Aisén (Abb. 2/01) nur *S. trutta*, dann erst brachten Mitarbeiter des Servicio Agrícola y Ganadero die Regenbogenforelle dorthin (AGUILERA mündl. Mitteil.), die sich heute ausgebreitet hat und auch in den Fjorden der Provinz im Brackwasser gefangen wird. Seit 1973 benutzt man das große Potential des lago General Carrera an *S. trutta* zur Laichgewinnung und zum Besatz in Mittelchile.

In Tab. 2/02 und Abb. 2/04 - 2/05 sind gesicherte Angaben über das Vorkommen von Forellen der Gattung *Salmo* in Chile aufgeführt. Nicht verwendet wurden Daten, die nicht wenigstens den ungefähren Fundort (Fluß oder See) oder die genaue Art bezeichnen, was leider wegen der in weiten Kreisen herrschenden Unkenntnis häufig vorkam. Auch ließen sich die zahlreichen Angaben des chilenischen Fischereiführers (FERROCARRILES DEL ESTADO 1962) nicht verwenden, da er meist nicht nach Arten unterscheidet.

Die Forellen zeigen ein Vorkommen vom 30. Breitengrad nach Süden bis Feuerland. Besiedeln sie im nördlichen Verbreitungsgebiet vorwiegend die Flußoberfläche, so erreichen sie spätestens nördlich von Valparaíso in río Acancogua auch das Meeresniveau. Die Nachweise sind in den beliebten Angelgebieten und durch eigene Tätigkeit in der Zone von Valdivia häufiger. Aus dem größtenteils unerschlossenen "Großen Süden" liegt stellenweise keine Information vor (ca. $41^{\circ} - 45^{\circ} 30'$ und $46^{\circ} 30' - 51^{\circ}$), obwohl eine Verbreitung dort wegen der großen Anzahl günstig erscheinender Gewässer als sicher angenommen werden kann. Die Verbreitungsgebiete beider Arten überschneiden sich fast vollständig. In den dystrophen Gewässern südlich von Puerto Montt und der Insel Chiloé wurde nur *Salmo trutta* in einigen Exemplaren nachgewiesen, die Regenbogenforelle jedoch nicht.

Im andinen Einzugsgebiet des río Loa existieren beide Forellenarten, einige Exemplare wurden oberhalb von Calama erbeutet. Weiter unterhalb, wo auch an verschiedenen Stellen gefischt wurde, konnten keine nachgewiesen werden. Von verschiedener Seite wurde die Vermutung geäußert, daß im chilenischen Altiplano Forellen vorkommen, was EIGENMANN u.a. (1942) leider ohne genaue Angaben für *Salmo trutta* bestätigen.

Forellen aus dem Meer sind nur wenige bekannt geworden. Während in den Fjorden des "Großen Südens", die mit einer Schicht Süß- und Brackwasser überdeckt sind, Forellen beider Arten häufiger nachgewiesen und auch von mir selbst untersucht wurden, gelang es im "Kleinen Süden" trotz zahlreicher Bemühungen nicht, ein Exemplar zu Gesicht zu bekommen, obwohl mir von verschiedener Seite

Salmo trutta und S. gairdnerii, gesicherte Nachweise in Chile, siehe dazu auch Abbildungen 2/03 und 2/04. Koordinaten nach der "Carta preliminar" 1 : 500 000 des Instituto Geográfico Militar de Chile (1972), die oft nur als ungefähre Angaben zu verstehen sind, da genauere Ortsbezeichnungen fehlen. Es fanden nur Daten Verwendung, die eindeutig nach Arten differenzierten. "Eigener Nachweis" bedeutet, daß das Material von mir untersucht und bestimmt, jedoch nicht unbedingt selbst gefangen wurde. + = vorhanden, - = nicht nachgewiesen, oder Hinweis auf das zahlenmäßige Verhältnis beider Arten zueinander.

lfd.Nr.	Ortsbezeichnung	südl. Breite	westl. Länge	Salmo trutta	gairdnerii	Quelle
<u>I. Großer Norden</u>						
1	Iquique / Meer	20° 15'	70° 10'	-	1	eigener Nachweis
2	rio Loa / Chiu Chiu	22° 20'	68° 40'	1	-	" "
3	rio Salado / Chiu Chiu	22° 20'	68° 33'	-	3	" "
<u>II. Mittelchile, Kleiner Norden und Zentralzone</u>						
4	rio Elqui, Oberlauf	ca. 30° 00'	70° 15'	+	+	SAG /Santiago, mündlich
5	rio Illapel	ca. 31° 34'	71° 00'	-	+	RIEGEL/Valparaiso, Brief
6	rio Choapa	ca. 31° 44'	71° 06'	-	+	" "
7	rio Sobrante	ca. 32° 14'	70° 47'	+	-	DAZAROLA/ " "
8	rio Pedernal	ca. 32° 15'	70° 53'	+	-	" "
9	rio la Lingua, Oberlauf	ca. 32° 20'	70° 30'	+	+	SAG/Santiago, mündlich
10	rio Alicahue	ca. 32° 20'	70° 43'	+	+	DAZAROLA/Valparaiso, Brief
11	rio Rocin	ca. 32° 30'	70° 30'	+	-	" "
12	rio Colorado	ca. 32° 45'	70° 19'	+	-	" "
13	laguna del Inca	ca. 32° 49'	70° 09'	+	+	EIGENMANN 1927
14	rio Aconcagua	ca. 32° 52'	70° 27'	+	+	SAG, mündl., DAZAROLA, Brief
15	rio Blanco	ca. 32° 54'	70° 18'	+	+	EIGENMANN 1927
16	rio Juncal	ca. 32° 56'	70° 06'	+	-	DAZAROLA/Valparaiso, Brief
17	estero Limache	ca. 32° 58'	71° 22'	-	+	RIEGEL, DAZAROLA, Brief
18	Valparaiso, Umgebung	ca. 33° 02'	71° 04'	+	+	" "
19	estero Puanque	ca. 33° 19'	71° 09'	+	+	DAZAROLA/Valparaiso, Brief
20	rio Maipo, Zuflüsse	ca. 33° 30'	70° 10'	+	-	DUARTE u.a. 1971

Tabelle 2/02 (Fortsetzung):

lfd. Nr.	Ortsbezeichnung	südl. Breite	westl. Länge	Salmo trutta gairdnerii	Quelle
21	rio und embalse Yeso	33° 41'	70° 10'	+	DUARTE u.a. 1971
22	embalse de Rapél	34° 08'	71° 31'	-	SAG/Santiago, mündlich
23	lagunas Torca, Llico, Vichuquén	34° 48'	72° 04'	+	MORENO 1970
24	rio Claro del Maule	ca. 35° 14'	71° 30'	+	MORÁN / Talca, mündlich
25	arroyo Quivolgo / Maule	53° 19'	72° 24'	10	eigener Nachweis
26	laguna del Maule	36° 04'	70° 29'	-	" "
27	Concepción, Umgebung	ca. 36° 50'	73° 03'	-	OLIVER 1949
28	Cordillera Nahuelbuta	ca. 37° 50'	73° 00'	+	eigener Nachweis
29	lago Laja	37° 20'	71° 18'	-	" "
30	lago Lanalhue	37° 54'	73° 19'	+	ETCHEPARE 1954
31	isla Mocha, Meer	ca. 38° 24'	73° 53'	-	TRABER / Mehuin, mündlich
32	rio Cautín	ca. 38° 25'	72° 13'	133	ZEISS u.a. 1973
33	Lautaro	38° 31'	72° 27'	10	BURNS 1972
34	lago Conguillio	38° 38'	71° 37'	+	EIGENMANN 1927
35	laguna Galletue	38° 41'	71° 16'	-	eigener Nachweis
36	rio Tolten	ca. 38° 58'	72° 42'	2	" "
37	lago Colico	39° 03'	72° 02'	3	BURNS 1972
38	lago Villarica	39° 15'	72° 07'	+	RAMIREZ u.a. 1978
39	rio Lingue	ca. 39° 26'	73° 10'	-	eigener Nachweis
40	lago Calafquén	39° 31'	72° 10'	16	" "
41	lago Pullingue	39° 34'	72° 09'	5	eigener Nachweis
42	lago Pellaifa	39° 36'	71° 58'	8	BURNS 1972
43	lago Panguipulli	39° 43'	72° 13'	4	VALENZUELA, mündlich
44	lago Rinihue	39° 50'	72° 13'	2	eigener Nachweis
45	rio Valdivia und Zuflüsse	ca. 39° 50'	73° 19'	44	" "
46	rio Quinchilca	ca. 39° 53'	72° 43'	98	" "
47	lago Ranco und Zuflüsse	ca. 40° 15'	72° 26'	7	" "
48	rio Bueno, Unterlauf	ca. 40° 15'	73° 30'	5	" "
49	rio Pilmaiquén	ca. 40° 32'	72° 50'	274	" "
50	lago Puyehue	ca. 40° 40'	72° 30'	7	" "
				1	EURNS 1972
				-	

Tabelle 2/02 (Fortsetzung):

lfd. Nr.	Ortsbezeichnung	südl. Breite	westl. Länge	Salmo trutta gairdnerii	Quelle
51	lago Rupanco	40° 48'	72° 32'	+	MARTENS u.a. 1977
52	lago Llanquihue	41° 09'	72° 48'	129	eigener Nachweis
53	los Alerces	41° 24'	72° 56'	3	" "
54	rio Chamiña	ca. 41° 26'	72° 46'	1	" "
55	Fuerto Montt	ca. 41° 28'	72° 58'	+	EIGENMANN 1927
56	Chiloé, lago Huillanco	ca. 42° 40'	73° 56'	5	eigener Nachweis
57	Chiloé, Quellón	43° 07'	73° 37'	4	" "
IV. Großer Süden					
58	fjordo Aisén	45° 23'	73° 00'	3	eigener Nachweis
59	rios Simpson und Claro	ca. 45° 34'	72° 06'	+	" "
60	rio Pollux	ca. 45° 35'	72° 07'	+	JAP. FISCHEREIVEREIN. 1970
61	lago Pollux	45° 40'	71° 52'	-	AGUILERA/Coyhaique, mündl.
62	lago Elizalde	45° 45'	72° 19'	-	JAP. FISCHEREIVEREIN. 1970
63	rio Ibanez	ca. 46° 15'	72° 00'	+	" "
64	lago General Carrera	46° 17'	71° 59'	+	SANHUEZA u.a. 1975
65	lago General Carrera, südliche Zuflüsse	ca. 46° 35'	71° 50'	+	AGUILERA/Coyhaique, mündl.
66	rio Baquales	ca. 50° 47'	72° 24'	11	eigener Nachweis
67	lago del Toro	ca. 51° 13'	72° 42'	+	SCHÄFER 1954
68	rio Serrano	ca. 51° 15'	73° 03'	+	JAP. FISCHEREIVEREIN. 1970
69	golfo Almirante Montt	ca. 51° 52'	72° 35'	-	" "
70	rio Rubens	ca. 52° 02'	71° 58'	+	SCHÄFER 1954
71	rio Penitente und Zuflüsse	ca. 52° 05'	71° 23'	+	" "
72	laguna Blanca	ca. 52° 25'	71° 11'	-	MINIS. de AGRICUL. 1974
73	seno Skyring	ca. 52° 37'	72° 10'	+	SCHÄFER 1954
74	seno Skyring, Zuflüsse	ca. 52° 37'	72° 10'	-	" "
75	rio Oscar und andere flüsse in Nordfeuerland	ca. 52° 51'	69° 16'	+	SCHÄFER 1954
76	seno Otway	ca. 52° 55'	71° 20'	-	MINIS. de AGRICUL. 1974
77	rio Grande/ seno Otway	ca. 52° 58'	71° 55'	+	SCHÄFER 1954
78	Punta Arenas, Umgebung	ca. 53° 09'	70° 56'	+	" "

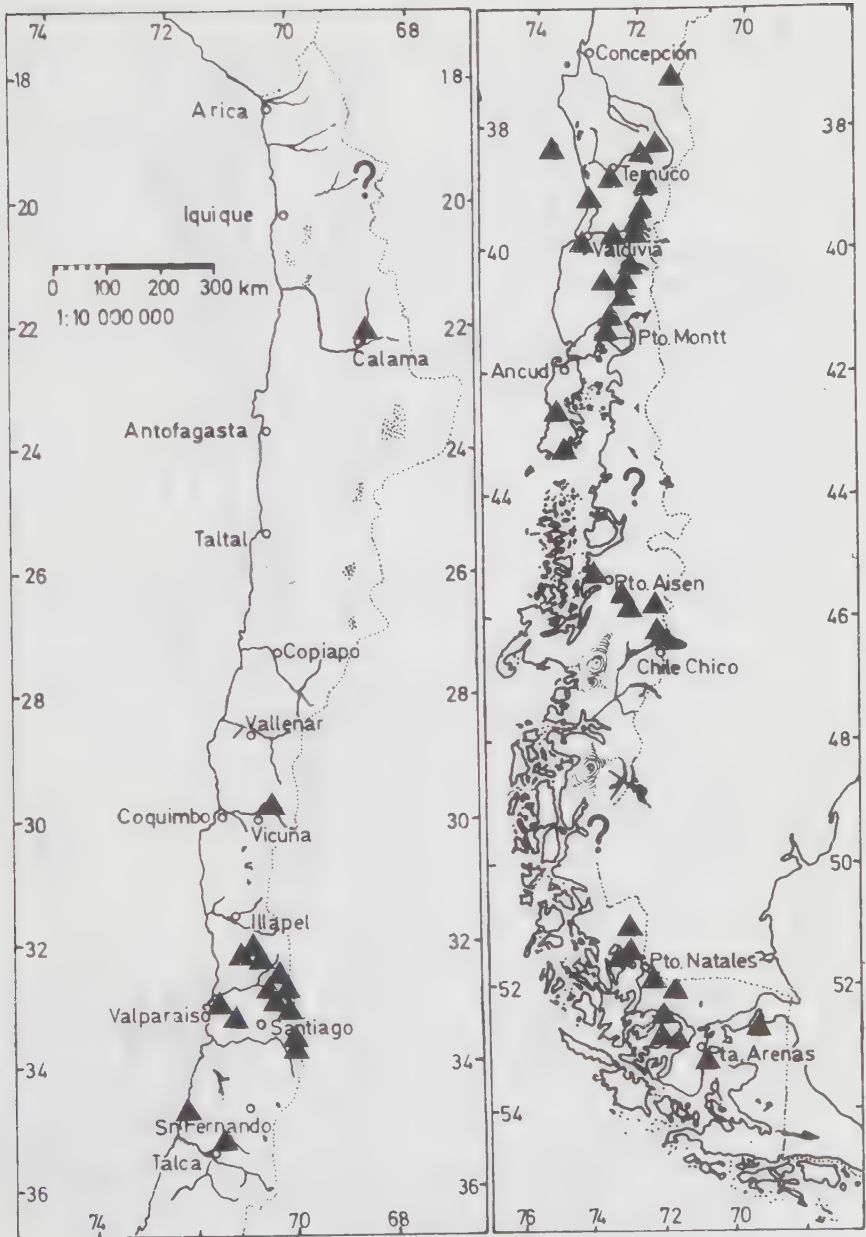


Abbildung 2/04:

Salmo trutta, Nachweise in Chile: ▲. Siehe dazu Tabelle 2/02 und Kapitel 2.3.. Fragezeichen: Vorkommen vermutet, jedoch keine sicheren Nachweise vorhanden.

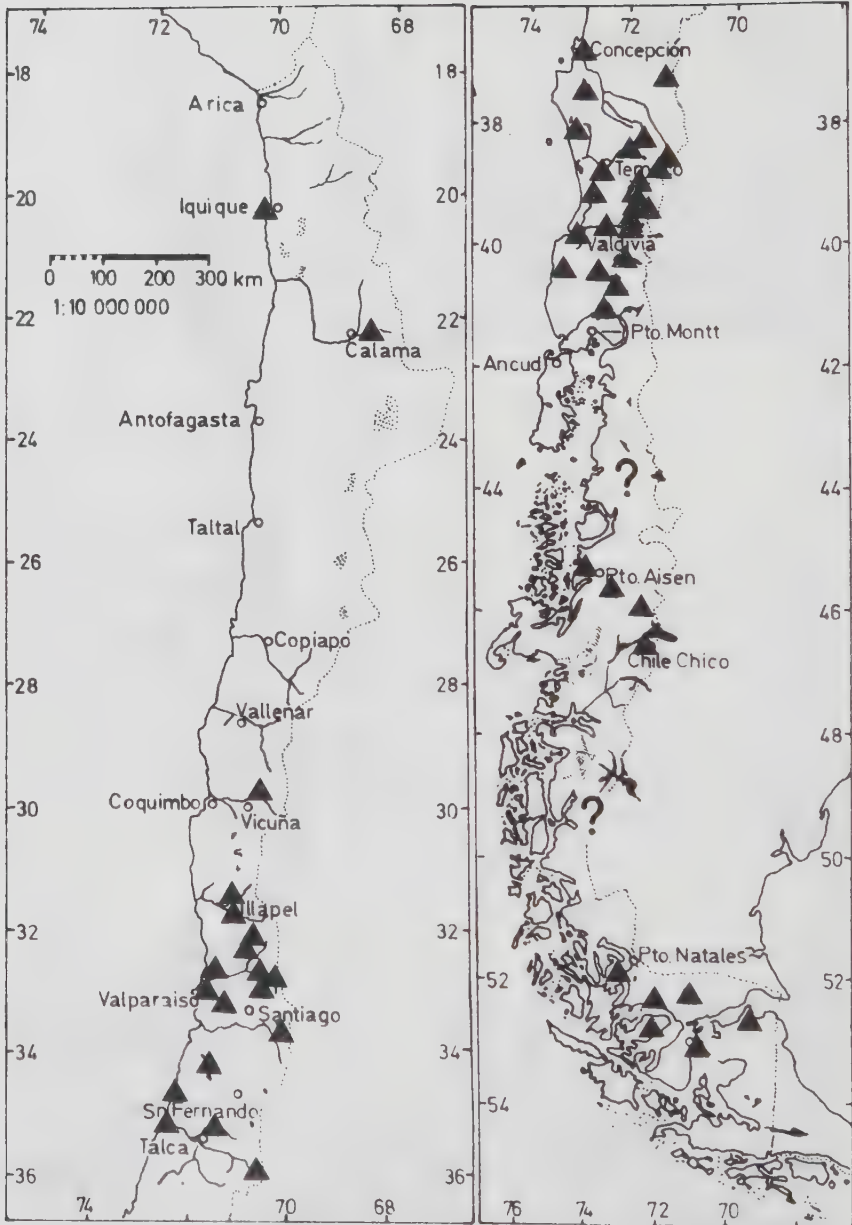


Abbildung 2/05:

Salmo gairdnerii, Nachweise in Chile: ▲. Siehe dazu Tabelle 2/02 und Kapitel 2.3.. Fragezeichen: Vorkommen vermutet, jedoch keine sicheren Nachweise vorhanden.

das Vorkommen von Meerforellen (*Salmo trutta* forma *trutta*) etwa von der Mündung des río Bio Bio ab südlich bestätigt wurde (EIGENMANN u.a. 1942, RIEGEL brieflich, zahlreiche Fischer). Jedoch konnte ich 14 Forellen, alles *Salmo trutta*, aus dem Brackwasser der Mündungsgebiete des río Lingue und des río Valdivia (Abb. 2/02) selbst untersuchen, was mir die Vermutung nahelegt, daß vor allem diese Art ins Meer geht. Um so erstaunlicher war der isolierte Nachweis einer Regenbogenforelle (Nr. 1949) in der Nähe von Iquique, in Nordchile (Abb. 2/04), wo in Küstennähe ein Exemplar harpuniert wurde. Nach Aussagen der dortigen "Marisco"-taucher werden gelegentlich Salmoniden dort gesichtet. Dieser Fisch muß mindestens 1 300 km im Meer nach Norden gewandert sein, da ein Absteigen aus dem andinen Verbreitungsgebiet im río Loa wegen häufiger Staustufen bis zur Mündung unmöglich ist.

Die Verteilung der Arten auf die Biotope (Tab. 2./03) wurde mit dem vier-Felder-Chi-Quadrat-Test geprüft. Aus dem gesamten Untersuchungsgebiet wurden dazu nur die Forellen, deren Gonaden nicht in der Entwicklung stehen,herangezogen, um den Einfluß der Laichwanderung auszuschließen. Bei Fischen über 20 cm Standardlänge ergibt sich mit über 99% Wahrscheinlichkeit eine stochastische Abhängigkeit zwischen Gewässertyp (See - Fließgewässer = Bach und Fluß) und Artenzugehörigkeit. Jungfische zeigen diese Erscheinung nicht, größere Exemplare der Regenbogenforelle bevorzugen Stillwassergebiete (Seen), größere europäische Forellen die Fließgewässer.

Tabelle 2/03:

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Anzahl der in den verschiedenen Biotopen gefangenen Forellen aufgeteilt nach Größenklassen (cm Standardlänge) und Arten.

Biotop	Salmo trutta			Salmo gairdnerii		
	bis 4.9	5.0-19.9	über 20.0	bis 4.9	5.0-19.9	über 20.0
Bach	45	48	8	47	104	2
Fluß	3	6	31	2	3	85
See	8	50	38	24	89	401
Ästuar	1	1	8	1	0	1

Die Forellen sind in Chile weiter verbreitet als irgendeine andere einheimische Fischart. Dies hat verschiedene Gründe, deren offensichtlichster natürlich die gezielte Ausbreitung durch den Menschen darstellt. Dadurch erreichten die Salmoniden auch Gewässer mit fehlenden (Verdunstung) oder für sie unpassierbaren Abflüssen (hohe Temperaturen, Staustufen, Kraftwerken, Wasserfällen, Versickerung oder unterirdischen Passagen usw.), was in hohem Maße für die Gewässer nördlich von Santiago zutrifft. Außer diesem anthropogenen Faktor jedoch existieren weitere Gründe für das ausgedehnte Verbreitungsgebiet:

- 1.) In chilenischen Binnengewässern wurden durch geographische Isolation, starkem glazialen Einfluß und einseitigen Gewässertyp nur wenige ökologische Nischen gebildet. Dies erleichtert die Einfuhr der Topcarnivoren.
- 2.) Die Forellen sind ihren chilenischen Konkurrenten unter den Süßwasserfischen überlegen (Eurypotenz, Körpergröße).
- 3.) Als Predatoren verfolgen sie viele der einheimischen Fischarten.
- 4.) Sie haben in Chile kaum natürliche Feinde.
- 5.) Die chilenischen Gewässer sind für Forellen sehr geeignet. Diese Faktoren sollen erst in Kapitel 3. ausführlich besprochen werden.

2.4. Gegenwärtige Bewirtschaftung der Binnengewässer

2.4.1. Die Gesetzgebung und Sportfischerei

Die Bewirtschaftung der Binnengewässer in Chile ist geregelt durch das Fischereigesetz (Nr. 1584 vom 30. 4. 1934, veröffentlicht im "Diario Oficial" vom 12. 9. 1934 mit verschiedenen Erweiterungen). Die Einordnung der Ästuarie ist jedoch hier nicht genau definiert. Danach dürfen natürliche Fischbestände der Binnengewässer heute nur durch Sportfischer bewirtschaftet werden, obwohl früher ab 1912 schon eine kommerzielle Fischerei auf Salmoniden betrieben wurde (GOLUSDA 1927, siehe auch Kap. 2.3.). Durch den Erwerb eines Angelscheines bei einer staatlichen Behörde (Kosten 1976 ca. DM 12,-- einschließlich Steuern) ist man berechtigt, für ein Jahr in allen Binnengewässern des Landes ausschließlich mit der Handangel bis zu 10 Forellen pro Exkursion zu fischen. Ein Pachtsystem wie in Deutschland ist

unbekannt. Die Salmoniden sind die wichtigsten und beliebtesten Sportfische in Chile, die jeden Sommer viele Touristen in den "Kleinen Süden", (Abb. 2/02) dem Zentrum der Salmonidenfischerei, locken. Vom Angler werden sie selten nach Arten unterschieden, sondern meist einheitlich als "salmón" (spanisch = Lachs) bezeichnet. Der Name "trucha" (spanisch = Forelle) wird gewöhnlich gebraucht für einen anderen beliebten Sportfisch aus der Gruppe der Perciformes: *Percichthys trucha*, auch "Perca-trucha", "trucha criolla" (geläufig besonders in Argentinien) oder "trucha del país" genannt. Weitere beliebte Sportfische gehören zur Gruppe der Atherinidae ("Pejerreyes" oder "Cauques"), außerdem befischt werden die Schleie (*Tinca tinca* = "Tenca"), der Karpfen (*Cyprinus carpio* = "Carpa"), die "Peladilla" (Gattung *Aplochiton*, 2-3 Arten), "Bagre del río" (*Ictalurus nebulosus* und *Nematogenys inermis*) und kommerziell genutzt in den Ästuaren des Südens der "Puye" (*Galaxias maculatus*). Die Mindestlänge beträgt einheitlich für alle Salmonidenarten im ganzen Land 30 cm Gabelllänge, die Schonzeiten sind festgelegt vom 16. April bis 15. November in Nord- und Mittelchile, im "Großen Süden" (Provinzen Aisén und Magallanes, Abb. 2/01) vom 1. April bis 15. September. Ausnahmeregelungen gibt es für die Seen Castor, Frío, Pollux und Thompson (alle "Großer Süden"), die Schonzeiten vom 1. April bis 30. November aufweisen. Diese Zeiten wurden erst vor kurzem (22. 10. 1976) neu festgelegt und verbessert, sind jedoch teilweise immer noch unzureichend (siehe Kap. 9.3.1.). Kritisch sollen diese Hegemaßnahmen in Kap. 10.2.2. beurteilt werden. Zum großen Teil unbefriedigend und lückenhaft ist aber auch die Gesetzgebung für viele der einheimischen Fischarten.

In der Fangsaison 1975/76 (gerechnet wird immer die Fangzeit der Salmoniden vom 16. November bis 15. April) wurden in Chile 29 480 Angelscheine ausgestellt (SAG = Servicio Agrícola y Ganadero, mündliche Mitteilung). Die tatsächliche Zahl der Angler ist sicher wesentlich höher als die Anzahl der ausgestellten Angelscheine, da besonders die Landbevölkerung ohne Lizenz, außerdem das ganze Jahr über und mit allen Methoden fischt/einschließlich Harpunen, Netzen und "al pinche" (große Angelhaken mit Blei beschwert, werden besonders bei den Laichwanderungen schnell durchs Wasser gezogen und die Fische damit aufgespießt).

Die Kontrolle im dünn besiedelten Land ist schwierig. Der Polizei und den Fischereiinspektoren obliegt diese Aufgabe, jedoch sind Fälle bekannt, wo diese Leute selbst gegen die Gesetze verstoßen haben.

Ein Großteil der Sportfischer ist in den 283 örtlichen Vereinen organisiert, die sich mit den Jägern auf Provinzebene zu 24 "Asociaciones de Caza y Pesca" zusammengeschlossen haben. Die "Federacion de Caza y Pesca de Chile" als Dachverband unterhält als offizielles Organ die vierteljährlich erscheinende Zeitschrift "Caza y Pesca" ("Jagd und Fischerei").

2.4.2. Fischzuchtanstalten

Der Besatz der Gewässer obliegt dem Staat. Dem Landwirtschaftsministerium untersteht die "División Protección Pesquera" mit Sitz in Santiago, die im Land sechs Fischzuchtanstalten ausschließlich zum Besatz der Binnengewässer unterhält:

- 1.) Río Blanco / Provinz Aconcagua (Abb. 2/06). Diese Anlage arbeitet seit 1904 und war die erste im Land, von der aus die Salmoniden der Importe von 1905 - 1913 (siehe Kap. 2.2.1.) im Land verteilt wurden. Sie hat 16 Erdteiche von ca. 600 bis 350 m² und 9 Betonbecken von 24 m². Das Wasser stammt aus einem reißenden Gebirgsbach, der Schmelzwässer von nahen Schneefeldern herbeiführt und daher tiefe Temperaturen von 0° bis 13° C aufweist. Besonders im Frühjahr gibt es Probleme durch mitgeführte Schlammpartikel, die die Eier bedecken. Die Kapazität der Inkubation beträgt ca. 2,5 - 3,5 Millionen Eier. Kultiviert wird vor allem *Salmo trutta* (seit 1973 werden Eier aus dem "Großen Süden" / lago General Carrera, Abb. 2/01, herangeflogen), aber auch *Salmo gairdnerii* (die Fänge der Laichfische dieser Art im oberen río Aconcagua sind durch die Einleitung kupferhaltiger Abwässer der Mine "La Andina" stark zurückgegangen). *Salvelinus fontinalis* (gefangen in Ojo del Agua bei lagune del Inca) und Lachse der Gattung *Oncorhynchus* während der Einbürgerungsversuche der Jahre 1968 bis 1973 (siehe Kap. 2.2.1.). Vor einigen Jahren wurde außerdem ein Fabrik für Pellets eingerichtet, die verschiedene Futtermischungen für die Forellenzucht herstellt und an die anderen Fischzuchtanstalten im Land

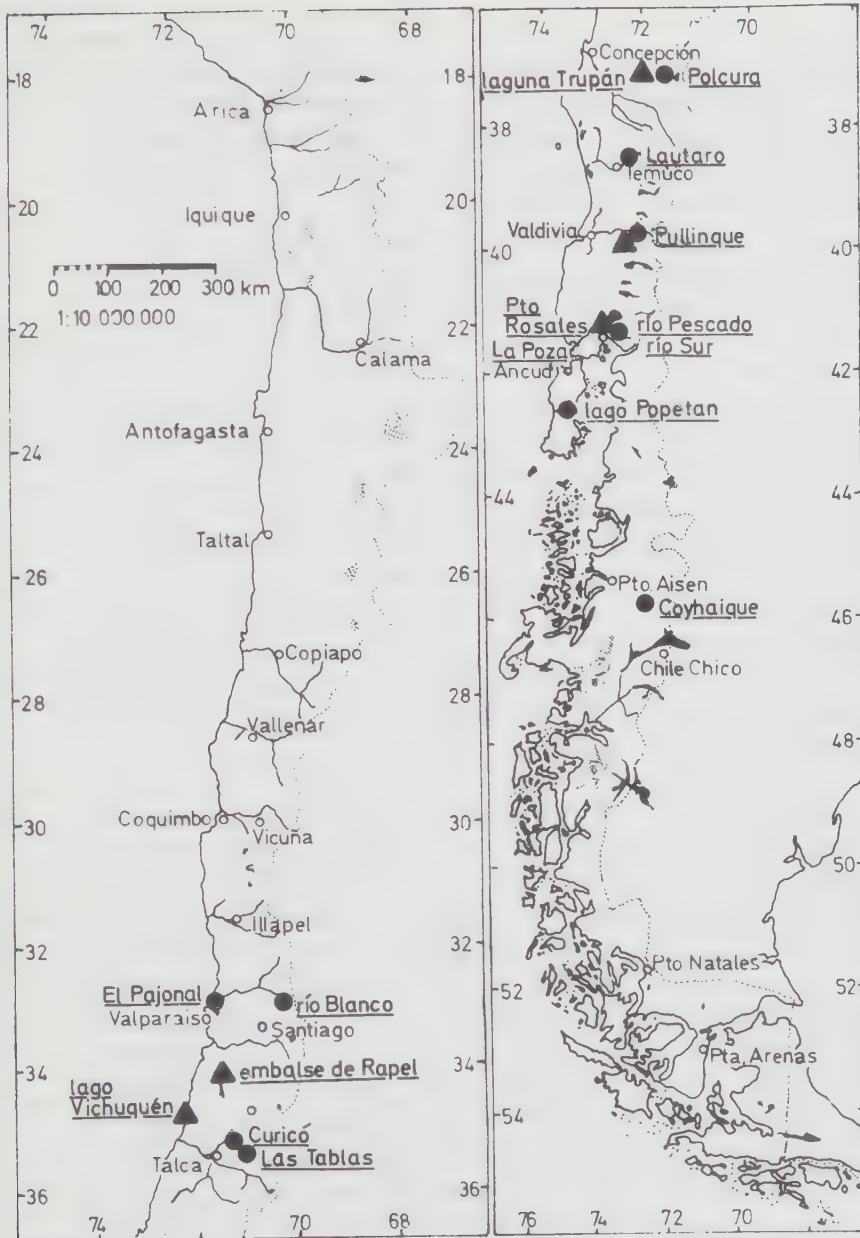


Abbildung 2/06: Fischzuchtanstalten ● und Versuche zur Haltung von Forellen in Netzgehegen ▲ in Chile. Siehe dazu Kapitel 2.4.2. und 2.4.3..

abgibt. In den letzten Jahren scheint die Anlage nicht voll ausgelastet zu sein, sie dient außerdem als Ausflugsziel der Santiaginer, wofür die Parkanlage mit Kinderspielfeld, Feuerstellen, Tischen und Bänken usw. versehen wurde und Eintritt verlangt wird.

- 2.) Die Fischzuchtanstalt von Lautaro / Provinz Cautín (Abb. 2/06) wurde 1916 gegründet, um die Arbeit von río Blanco im "Kleinen Süden" zu unterstützen. Sie hat eine Kapazität von ca. 2 - 2,5 Millionen Salmonideneiern, wobei hauptsächlich *Salmo trutta* und *S. gairdnerii* gezogen werden. Milchner und Rogner stammen hauptsächlich aus dem río Cautín, wo ein eigenes Fischreservat für den Bedarf der Fischzuchtanstalt eingerichtet wurde. Hier wurden auch mehrmals Hybride beider Arten erzeugt und ausgesetzt. Während der Jahre 1968 bis 1973 wurden auch hier Pazifiklachse (Kap.2.2.1.) aufgezogen. Seit 1975 ist die Anlage stillgelegt, da durch Verunreinigung des Wassers durch Gerbereien, Sägewerk und Dünger der Landwirtschaft sich fädige Grünalgen massenweise entwickeln und einen weiteren Betrieb der Anlage unmöglich machten.
- 3.) Curicó / Provinz Curió (Abb. 2/06) 1948 gegründet zur Erbrütung vom "Perjerrey Argentino" (*Odontesthes bonariensis*). Sie hat 8 - 10 Erdteiche, die wegen ihrer Größe (bis 800 m² und bis 1,5 m tief) schwierig in der Handhabung sind. Nur wenige Male wurden die Laichfische in der Natur mit Leischnur gefangen, gestreift und nach argentinischem Vorbild (GONZALES UND MASTRARRIGO 1954) in speziellen Brutgläsern zum Schlüpfen gebracht. Heute läßt man die Tiere in den Teichen ablaichen, die Anlage wird kaum genutzt. Nebenbei werden Versuche mit der Aufzucht von Fröschen (*Calyptocephalella caudiverbera*) durchgeführt. Für Forellen ist die Anlage wegen des zu warmen Wassers ungeeignet.
- 4.) Polcura / Provinz Nuble (Abb. 2/06) wurde 1952 gegründet. Sie ist die kleinste Anlage mit einer Inkubationskapazität von ca. 1,5 Millionen Salmonideneiern. Es wird hauptsächlich *Salmo gairdnerii* aus dem lago Laja, río Polcura und

laguna Trumao (Trupán ?) stammend erbrütet, zeitweilig wurden auch *Oncorhynchus kisutch*, *O. tshawytscha* (1968 - 1973, Kap.2.2.1.) und *Salmo trutta* aus dem lago General Carrera aufgezogen. Wassertemperaturen und -qualität sind sehr gut. Die Fischzuchtanstalt sorgt für den Besatz der Gewässer in der Umgebung und der weiteren Zentralzone, wobei leider auch aus Unkenntnis die ohnehin schon stark überbevölkerten laguna del Maule und lago Laja (Kap. 10.2. und 6.3.1.) eingeschlossen werden.

- 5.) Pullinque / Provinz Valdivia wurde 1972 gegründet (Abb. 2/02 und 2/06). Die moderne Anlage wurde nach US-amerikanischem Vorbild ohne Anpassung an die chilenischen Verhältnisse gebaut. Die Vertikalbrutapparate fassen ca. 6 Millionen Salmonideneier, an Jungfischen können ca. 1,5 Millionen Stück aufgezogen werden. Pullinque (araukanisch: "Land der Frösche") liegt im Zentrum des Seengebietes, das sich zur Hauptzone der Sportfischerei entwickelt hat. Die Laichfische werden hauptsächlich im lago Ranco (araukanisch: "Wasser der Wette") und lago Calafquén (araukanisch: "See des Anderen", Abb. 2/02) mit Netzen gefangen (siehe Kap. 4.), was sie jedoch ziemlich beschädigt und verletzt, sodaß ca. 20% eingehen. Das Wasser der Anstalt muß nachdem es ein Kraftwerk passiert hat, zur Wiederverwendung auf eigene Rechnung hochgepumpt werden, was die Betriebskosten sehr stark erhöht und die Anlage unrentabel macht. Hohe Wassertemperaturen bis 21° C und schlechte Wasserqualität durch die Entnahme aus dem Epilimnion der eutrophen laguna Pullinque verursacht Jahr für Jahr eine hohe Sterblichkeit besonders durch Verpilzung der Eier und Jungfische. Der Erfolg der zunächst enthusiastisch gefeierten Anlage ist gering. Seit April 1975 wird sie von der Asociación de Caza y Pesca (Kap. 2.4.1.) betrieben. Dies stellt den ersten Versuch dar, die Verantwortung für Besatz der Binnengewässer in private Hand abzugeben.

- 6.) Coyhaique / Provinz Aisén (Abb. 2/06) arbeitet seit 1974. Mit japanischer Hilfe (Beratung und wissenschaftliche Leitung, Einrichtung und Ausrüstung, zwei Stipendien pro Jahr und Lieferung von insgesamt 8 Millionen Eiern)

baute der chilenische Staat diese neue Anlage und unterhält ein Personal von 3 Angestellten zur Einbürgerung des *Oncorhynchus keta* in Chile. Zweimal pro Jahr (März und November) wurden 1974 bis 1978 je 1 Million Lachseier importiert, erbrütet und die Jungfische gleich nach der Absorption des Dottersackes freigelassen (Mai und Januar). Dies führte man des 4-jährigen Entwicklungszykluses dieser Art wegen 4 Jahre lang durch, die Rückkehr der ersten laichreifen Fische erwartete man im Winter 1978. Jedoch wurden bisher keine adulten Pazifiklachs wieder-gefangen. Die moderne Anlage, die trotz wirtschaftlicher Rezession in ganz Chile über ausreichende Mittel verfügt, hat eine Kapazität von 5 Millionen Eiern (zum Teil in Becken mit natürlichem Kiesgrund) und einer Million Jungfischen. Eine weitere Vergrößerung ist im Bau. Der Lachsfang soll von den Fischern des "Großen Südens" in den Fjorden durchgeführt werden und die Wirtschaft dieses abgelegenen Gebietes beleben helfen. Mit dem Bau größerer Industrieanlagen zur Kommerzialisierung des Lachsfleisches wird gewartet, bis der Erfolg gesichert ist.

Durch private Initiativen gibt es heute vier weitere Fischzuchtanstalten ganz unterschiedlicher Größe im Land, die nicht staatlichen Direktiven unterliegen, und unterschiedliche Zielsetzungen aufweisen.

- 7.) Die kleine Zuchtanstalt "El Pajonal" bei Valparaiso (Abb. 2/06) wurde ca. 1938 durch German Riegel zu Experimentierzwecken gegründet. 200 000 Eier von *Salmo trutta* und *S. gairdnerii* wurden jährlich aus Lautaro (siehe Nr. 2) herbeigebracht, ebenso erbrütete man Eier von *Salvelinus fontinalis* aus río Blanco, *Odontesthes bonariensis* und der Schleie. Die Anlage, die über 5 ca. 100 m² große Beton-teiche und zwei Brutstreckteiche verfügt, wird heute von der Universidad Católica Valparaiso, Dr. Gabriel Dazzarola Metzger (angewandte Hydrobiologie) zu Versuchen zur Nahrungszusammensetzung (Lipoid-Anteile) im Forellenfutter genutzt.

- 8.) Las Tablas von Curicó in Richtung Andenkordillere (Abb. 2/06) ist eine kleine private kommerzielle Fischzuchtanstalt, der "Sociedad Arcoiris LTDA", die seit 1975 mit Regenbogenforellen arbeitet. Die Eier werden von Staatl. Fischzuchtanstalten erworben und das Forellenfleisch im Land verkauft, wobei besonders die größeren Hotels in Santiago als Abnehmer fungieren dürften. Die Anstalt ist geplant für ca. 100 Tonnen pro Jahr. Zu diesem Zweck wird auch eine kleine Anlage in El Arrayán bei Santiago unterhalten, die schon seit 1973 existiert.
- 9.) Die Fischzuchtanstalt Rio Sur (Abb. 2/06) gehört zur Fischereischule der staatlichen technischen Hochschule in Puerto Montt (Escuela Pesquera / Universidad Técnica del Estado). Sie arbeitet seit 1976 und dient zu Lehrzwecken. Der sie speisende río Sur entspringt am Vulkan Calbuco und führt kaltes sauerstoffreiches Wasser geringer Härte. Stromabwärts in Seenähe liegt am Ufer des
- 10.) Rio Pescado, die Anlage der "Sociedad Pesquería y Piscicultura Lago Llanquihue LTDA" (Abb. 2/02 und 2/06), die als große Fischzuchtanstalt seit 1975 für den Export von Forellenfleisch arbeitet. Die gegenwärtige Ausbaustufe ist für die Produktion von 350 Tonnen pro Jahr eingerichtet. Es wurden Eier von Zuchtstämmen aus Japan und den USA importiert. Bei der Erbrütung in Langstromapparaten bringt nach Regenfällen feiner Schlamm Schwierigkeiten, da er die Eier bedeckt. Die Temperaturen liegen günstig zwischen 3 und 14° C. Die weitere Aufzucht erfolgt dann in schwimmenden Netzgehegen von 4 x 5 m Größe und 4 m Tiefe in der geschützten Bucht von Puerto Rosales am Lago Llanquihue (VALENZUELA 1975). Es wurde bisher selbstgemischtes Naßfutter verwendet, da die im Handel befindlichen Produkte keine garantierte einheitliche Zusammensetzung aufweisen; eine eigene Anlage zur Herstellung von Pellets ist im Bau. Der Fisch soll tiefgefroren exportiert werden, auch dafür sind eigene Gefrierkammern vorgesehen.

Puerto Montt dient dann als geeigneter Ausfuhrhafen. Neben dem Direktor arbeiten augenblicklich 7 Mann Personal. Die ersten Fische gelangten Ende 1977 in den Handel. Diese Einrichtung ist richtungsweisend für Chile und Lateinamerika, da sie die Binnengewässer zum ersten Male im großen Stil wirtschaftlich nutzt, ein ganz neuer Gesichtspunkt für dieses Land. Eine spätere Vergrößerung ist geplant.

- 11.) Lago Popetán: Die US-amerikanische "Union Carbide Corporation" führt hier auf der Insel Chiloé in einem kleinen See südlich von Quemchi seit März 1977 den Versuch durch, *Oncorhynchus tshawytscha* einzubürgern. Die ca. 3 Millionen eingeführten Exemplare werden in feinmaschigen schwimmenden Metallgittergehegen herangezogen, sollen durch den río Colu ins fruchtbare chilotische Meer abwandern und nach ihrer Rückkehr kommerzialisiert werden. Nähere Daten waren wegen der mit großer Geheimhaltung durchgeführten Versuche nicht zu bekommen.

2.4.3. Haltung von Forellen in Netzgehegen

Versuche zur Haltung von Regenbogenforellen in Netzkäfigen wurden an verschiedenen Stellen im Land in meist kleinem Stil durchgeführt. Die Initiativen gingen von staatlicher Seite aus und kamen leider nie über das Versuchsstadium hinaus. Die Realisierung für kommerzielle Zwecke bleibt privater Hand in der Fischzuchtanstalt río Pescado (siehe Kap. 2.4.2.Nr.10) vorbehalten. Nachdem die ersten Versuche in der laguna Trupán / Ñuble (Abb. 2/06) in ganz kleinem Maßstab durchgeführt wurden, setzte man sie von 1969 bis 1972 in La Poza, einem kleinen See am Südufer des lago Llanquihue (Abb. 2/02 und 2/06) fort. Ein Teil der Produktion (3000 kg) wurden in den Handel gebracht, die Fische des Jahrganges 1971 - 72 starben an hohen Wassertemperaturen der kleinen eutrophen Lagune. (SOLAR 1972, SAG mündl.).

Die Fischzuchtanstalt Pullinque (Kap. 2.4.2.Nr.5) führte die Versuche in Coyhueco / lago Panguipulli (araukanisch: Land des Pumas) (Abb. 2/02 und 2/06) seit 1972 mit zunächst 4 schwimmenden

Netzgehegen (4 x 3 m, 4 m tief) weiter. 1973 waren insgesamt 12 davon installiert. Bei Wassertemperaturen zwischen 12,3 und 21,0° C gediehen die Fische gut, jedoch erlitt man Verluste durch Kormorane ("Cuervo" *Phalacrocorax olivaceus olivaceus*), die von unten her durch die Maschen die Forellen angriffen. Die Versuche endeten dann mit dem Tod fast aller Fische durch mangelhafte Futtermischung aus der Fischzuchtanstalt río Blanco (Kap. 2.4.2. Nr. 1), die keine Vitamine und zuviel Fett enthielt. Der Rest der Produktion (2 127 kg) wurde kommerzialisiert (VALENZUELA mündl.). 1973 eingeleitete Versuche in der embalse de Rapél (Abb. 2/06) mit einem Netzgehege schlugen fehl, da alle Fische angeblich wegen zu hoher Wassertemperatur starben. Geplante Versuche im lago Vichuquén (Abb. 2/06) wurden dann nicht mehr realisiert (SOLAR 1972, SAG mündl.).

3. Zur Systematik der Forellen in Chile

=====

3.1. Einleitung

Zu Beginn der Untersuchungen in Chile stellte sich die Frage nach der Einheitlichkeit des Untersuchungsmaterials. Eine Revision der chilenischen Literatur brachte keine Klarheit, denn sowohl für die europäische als auch für Regenbogenforelle waren je zwei Rassen beschrieben (MANN 1954, DEBUEN 1959, CAMPOS 1973, BAHAMONDE u.a. 1975), deren wirkliches Vorkommen und Unterscheidung jedoch unklar ist. Im Gelände versagten die Bestimmungskriterien für die Regenbogenforelle total bzw. waren für die europäische Forelle überhaupt nicht vorhanden. Diese Verwirrung geht so weit, daß Sportangler in Chile im allgemeinen Salmonidenarten nicht unterscheiden. Ebenso beruht das Zitieren der falschen Nomenklatur (BARROS 1961, MORENO 1970, DUARTE u.a. 1971, CAMPOS u.a. 1972/1973, CAMPOS 1970, 1973, BAHAMONDE u.a. 1963, 1975) auf der Unsicherheit selbst unter Biologen. So ergab sich also die Aufgabe, eine Klärung dieser Fragen zumindest für den chilenischen Raum herbeizuführen und zu erkennen, ob auftretende Unterschiede in Fekundität, Laichzeit, Ernährung, Wachstum usw. einzelner Populationen ökologischer oder genetischer Interpretation bedürfen. Dabei ergaben sich auch Rückschlüsse und neue Gesichtspunkte für die festgefahrene Diskussion über die Regenbogenforellenformen in Deutschland, der ein Abschnitt gewidmet werden soll. Gleichzeitig soll eine "Definition" der Forellen beider Arten aus Chile gegeben werden.

3.2. Methoden

3.2.1. Fang und Konserverierung

Die in dieser Arbeit untersuchten Forellen wurden mit den verschiedensten Fangmethoden gefischt: Handnetz (2 stabile Holzgriffe mit zwischengespanntem Netzbeutel), Ketscher, Netz (4 x 0,8 m) mit reusenartigem Fangbeutel, kleine Ringwade (15 x 2,5 m) für den Uferbereich, Elektrofischgerät (220 V Wechselstrom) 3-wandiges Spiegelnetz, Legschnüre, Reusen, Harpune, Schlingen, Wurfnetz oder mit der Hand. Der wesentliche Teil jedoch wurde geangelt oder mit Kiemennetzen gefangen.

Der Großteil des Materials gelangte sofort frisch zur Verarbeitung. Gelegentlich wurde bei großen Fängen ein Teil eingefroren, oder die lebenden Fische mit MS 222 (Konzentration ca. 1:10 000 bei Forellen über 30 cm Standardlänge) betäubt, vermessen und wieder freigelassen. Kleine Forellen bewahrte ich manchmal in Formalin (ca. 4%) oder Alkohol (ca. 70%) auf. Der Versuch, Korrekturfaktoren für die Gewichts- bzw. Längenänderung durch die Konservierung aufzustellen (ENGEL 1974, STOBO 1972) schlug fehl, da bei den Fischen von denen diese Werte exemplarisch ermittelt werden sollten, die Änderungen sehr uneinheitlich waren. So benutzte ich die Werte ohne Korrekturen. Der Anteil am Gesamtmaterial ist so gering, daß mit einem Fehlereinfluß nicht zu rechnen ist.

3.2.2. Morphometrische Messungen

Die in Abb. 3/01 dargestellten Maße gingen in die Auswertung der morphometrischen Messungen ein. Im allgemeinen gehen die Meßstrecken eindeutig aus der Zeichnung hervor, so daß nur wenige eines weiteren Kommentares bedürfen: Die Standardlänge reicht bis zum Ende des beschuppten Teils. Das Messen der Totallänge erfolgte bei zusammengedrückter Schwanzflosse also nicht in der schwer reproduzierbaren "Schwimmstellung". Als Anal- und Dorsalflossenlänge /-höhe wurde die Distanz bei leicht

erhobener (gespreizter) Flosse vom cranialen Ansatz am Körper bis zur Spitze des ersten weichen Flossenstrahles bezeichnet. Die Indizes dieser Flossen errechnen sich: Flossenlänge dividiert durch Flossenbasis. Die beiden Maße der Schwanzflossenlänge errechnen sich aus den Längendifferenzen: Totallänge - Standardlänge und Gabellänge - Standardlänge.

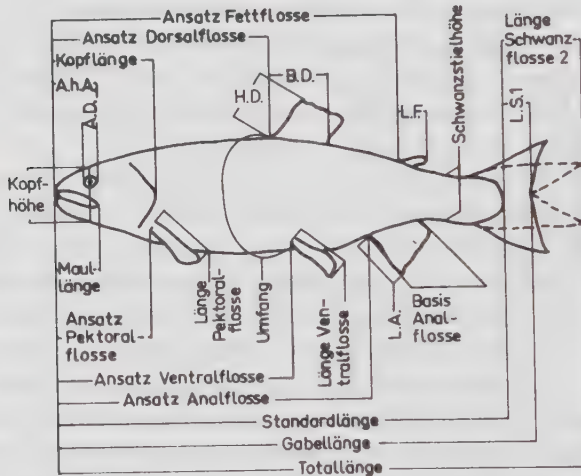


Abbildung 3/01:

Gemessene morphometrische Daten. A.h.A. = Abstand bis hinterer Augenrand, A.D. = Augendurchmesser, H.D. = Höhe der Dorsalflosse, B.D. = Basis der Dorsalflosse, L.F. = Länge der Fettflosse, L.A. = Länge der Analflosse, L.S.1. = Länge der Schwanzflosse 1 = Gabellänge - Standardlänge, Länge der Schwanzflosse 2 = Totallänge (bei zusammengedrückter Schwanzflosse) - Standardlänge.

Den Umfang ermittelte ich mit einem flexiblen Maßband dicht vor dem Ansatz der Dorsalflosse durch glattes Anlegen an den Fischkörper. Die Maullänge mißt man parallel zur Achse des Fischkörpers von der Schnauzenspitze bis zum Hinterende des Maxillars. Das Maß der Kopfhöhe ermittelte ich über der Augenmitte senkrecht zur Körperachse bei geschlossenem Maul.

3.2.3. Meristische Daten

Zur Bestimmung der Anzahl der Schuppen auf der Seitenlinie zählte ich alle gelochten Schuppen vom Kiemendeckelrand bis zur Schwanzflosse. Die Seitenlinie führt zunächst leicht abwärts und verläuft dann längs der Körperachse. Ganz am Schluß bei den letzten Schuppen ist sie gelegentlich nicht mehr verfolgbar, dann wurde die Reihe gerade zuende gezählt. Falls möglich, benutzte ich stets die linke Seite.

Zur Wirbelzählung wurde der Fisch filetiert, was sowohl bei rohen, gekochten als auch bei formolfixierten Exemplaren keine Schwierigkeiten bereitete. Der Einfachheit halber benutzte ich dazu nur größere Exemplare. Als letzter Wirbel gilt das dreieckige Knochenstück, das dem letzten länglichen, viereckigen Wirbel caudal folgt (SCHÄPERCLAUS 1949, ENGER 1934).

Die Vomerzähne wurden am abgekochten und von Fleischresten befreiten Pflugscharbein mit einer binokularen Lupe gezählt. Auch fehlende Zähne erkenntlich an den Löchern im Vomer, auf denen sie aufgesessen hatten, zählte ich mit. Die Radii Branchiostegii waren öfter auf beiden Seiten ungleich, daher wurden beide Zahlen ermittelt.

Die hintersten (caudalen) weichen Flossenstrahlen der Anal- und Dorsalflosse sind öfters bis zum Ansatz geteilt, sie wurden stets als ein Strahl gezählt. Erst wenn sie offensichtlich an der Basis nicht mehr zusammenliefen, zählte ich sie getrennt. Bei den Flossen sind verschiedene lange harte Strahlen vorangestellt, die oft nur als kurze harte Knöchelchen mit der Präpariernadel spürbar sind. Auf die Problematik beim Zählen dieser Daten wiesen NÜMANN u.a. (1943) hin. Ich begnügte mich damit, alle äußerlich spürbaren Knochen zu zählen, da aufwendige Präparationsmethoden in der Praxis nicht angewandt werden können. Pectoral- und Vetralflossen haben stets nur einen harten Strahl, der nicht mitgezählt wurde. Die Anzahl der Reusendornen beziehen sich auf den ersten, linken Kiemenbogen.

3.3. Ergebnisse

3.3.1. Morphometrische Messungen

In dieser Arbeit wurde die Standardlänge der Forellen benutzt. Die in Tabelle 3/01 zusammengestellten Gleichungen beschreiben den Zusammenhang mit der Gabellänge und der Totallänge (bei zusammengedrückter Schwanzflosse), ich benutzte sie bei gelegentlich notwendigen Umrechnungen.

In Tabelle 3/02 sind die Ergebnisse der morphometrischen Messungen zusammengestellt. Das Material der Regenbogenforelle stammt aus dem lago Calafquén, das der europäischen Forelle aus dem "Kleinen Süden" (lago Villarica - Pto. Montt, siehe Abb. 2/02). Zur Berechnung der Werte wurden Forellen mit stark unterschiedlichen Größen herangezogen. Wegen der relativ hohen Anzahl an Meßwerten und geringen Standardabweichungen sind beim Vergleich der beiden Arten 18 von 25 Mittelwerten auf dem 95%-Niveau signifikant voneinander verschieden. Die Bereiche (Minimal- und Maximalwerte) überschneiden sich jedoch in allen Fällen. Von den 25 beschriebenen Körperproportionen zeigen bei *Salmo gairdnerii* 17 bei *S. trutta* nur 5 signifikante (95%) Zusammenhänge mit der Körpergröße, d.h. diese Merkmale ändern sich im Verlauf des Längenwachstums. Ähnliche Korrelationen bestehen zwischen dem Konditionsfaktor und den beschriebenen Merkmalen, von denen 19 bei der Regenbogenforelle und 14 von den 25 beschriebenen bei der europäischen Forelle signifikant (95%) mit der Korpulenz ändern. Diese Ergebnisse berühren aber eine Problematik, die prinzipieller Klärung bedarf: inwieweit haben die morphometrischen Messungen, Standardmethoden zur Einordnung und Abgrenzung von Arten und Rassen bei Fischen, wirklich systematischen Wert? Da die Bearbeitung dieser Frage nicht Hauptaufgabe der vorliegenden Untersuchung sein kann, sollten jetzt diese Ergebnisse nur kurz angedeutet werden.

Interessant und ebenfalls die Ergebnisse beeinflussend ist die Tatsache, daß die Kopflänge der Männchen sich mit dem Reifezustand ändert. Laichfische bilden zur Fortpflanzungszeit einen knorpeligen Unterkieferhaken und an der Schnauzenspitze des Oberkiefers einen Knorpelansatz aus. Dadurch wird jahreszyklisch die

Tabelle 3/01.

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Chile. Umrechnung der verschiedenen gemessenen Körperlängen (siehe Abbildung 3/01).

unabhängige Variable	abhängige Variable	Gleichung	Korrelationskoeffizient	Anzahl der Wertepaare
x	y	$y = a + bx$	r	n
<u><i>Salmo trutta</i></u>				
Standardl.	Gabellänge	$y = 0.154 + 1.075 x$	0.9999	219
Standardl.	Totallänge	$y = 0.298 + 1.116 x$	0.9998	320
Gabellänge	Standardl.	$y = -0.137 + 0.930 x$	0.9999	219
Gabellänge	Totallänge	$y = 0.181 + 1.037 x$	0.9998	217
Totallänge	Standardl.	$y = -0.275 + 0.896 x$	0.9998	320
Totallänge	Gabellänge	$y = -0.165 + 0.964 x$	0.9998	217
<u><i>Salmo gairdnerii</i></u>				
Standardl.	Gabellänge	$y = 0.059 + 1.074 x$	0.9998	1 046
Standardl.	Totallänge	$y = 0.367 + 1.121 x$	0.9997	1 500
Gabellänge	Standardl.	$y = -0.044 + 0.931 x$	0.9999	1 046
Gabellänge	Totallänge	$y = 0.356 + 1.041 x$	0.9998	1 039
Totallänge	Standardl.	$y = -0.302 + 0.892 x$	0.9997	1 500
Totallänge	Gabellänge	$y = -0.322 + 0.960 x$	0.9998	1 039

Kopf- und Standardlänge vergrößert. Diese Verlängerung ist reversibel und vom Zustand der Gonadenentwicklung abhängig. Je größer die betrachteten Männchen, desto ausgeprägter die beobachtete Erscheinung (Tab. 3/03) und Abb. 3/02). Die Korrelationen bei *S. trutta*, für die nach den vorliegenden Beobachtungen im Gelände dasselbe zu gelten scheint, waren wegen geringer Anzahl an Werten nicht signifikant.

Tabelle 3/02.

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Chile. Ergebnisse der morphometrischen Messungen der Abbildung 3/01. Angaben der Werte in % der Standardlänge (Nr. 1 - 16 und 19 - 21) b.z.w. in % der Kopflänge (Nr. 22 - 25). Die Flossenindices (Nr. 17 und 18) errechnen sich: Flossenlänge / Flossenbasis. Das Material der europäischen Forelle (verwendete Größen: 1.73 - 83.0 cm Standardlänge) stammt aus dem "Kleinen Süden" Chiles (Abbildung 2/02), die untersuchten Regenbogenforellen (Längenbereich: 2.17 - 64.0 cm Standardlänge) aus dem lago Calafquén (Ausnahmen: Meßwerte Nr. 1, 2, 13, 14, 20, 21). $\bar{x}$ = arithmetisches Mittel, s = Standardabweichung, n = Anzahl der Werte.

Nr. Meßstrecke	<i>Salmo trutta</i>			<i>S. gairdnerii</i>		
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
1 Totallänge	114.74	2.98	319	113.68	2.05	1 498
2 Gabellänge	109.72	3.12	218	108.05	1.89	1 044
3 Ansatz Pektoralflosse	22.70	2.34	85	22.14	2.99	71
4 " Ventralflosse	52.18	2.60	85	53.15	2.20	71
5 " Analflosse	72.61	2.85	94	72.73	2.49	83
6 " Dorsalflosse	44.24	2.24	143	47.33	2.41	136
7 " Fettflosse	78.50	2.01	85	80.05	1.96	71
8 Länge Pektoralflosse	18.00	3.17	95	15.59	2.53	84
9 " Ventralflosse	13.14	1.62	94	12.60	1.42	84
10 " Analflosse	15.63	1.88	93	13.23	1.94	84
11 " Dorsalflosse	17.94	3.70	93	15.76	3.62	84
12 " Fettflosse	9.15	1.69	81	7.20	1.53	79
13 " Schwanzflosse 1	14.74	2.98	319	13.68	2.05	1 498
14 " Schwanzflosse 2	9.72	3.12	218	8.05	1.89	1 044
15 Dorsalflossenbasis	13.46	1.47	93	13.61	1.09	84
16 Analflossenbasis	9.68	1.15	93	10.50	0.75	84
17 Dorsalflossenindex	1.33	0.23	93	1.16	0.23	84
18 Analflossenindex	1.63	0.21	93	1.27	0.22	84
19 Schwanzstielhöhe	9.59	0.91	110	9.48	0.74	111
20 Umfang	58.78	7.04	209	61.51	6.52	1 121
21 Kopflänge	24.84	3.58	247	21.44	3.05	1 261
22 Abstand hinterer Augenrand	46.14	6.45	95	47.17	7.23	83
23 Maullänge	42.69	4.79	85	43.97	4.67	71
24 Kopfhöhe	49.35	4.92	84	52.01	4.64	70
25 Augendurchmesser	20.68	6.97	95	22.34	6.88	84

Tabelle 3/03:

Salmo gairdnerii, Chile, Männchen. Regression und Korrelation der Kopflänge (in % der Standardlänge, y-Achse) mit der Gonadenentwicklung (% des Gonadengewichtes vom gesamt Fischgewicht, x-Achse). Verwendet wurden nur Fische mit Reifestadien 2 - 5 (siehe Kapitel 6.2.1.). Graphik siehe Abbildung 3/02.

Mindest- größe	Achsenab- schnitt	Steigung	Korrelations- koeffizient	Anzahl der Werte
(cm) Standardlänge	a	b	r	n
25	21.47	0.147	0.233	217
35	21.08	0.352	0.450	164
45	20.73	0.494	0.561	127
55	20.62	0.735	0.713	69
65	30.82	0.898	0.700	12

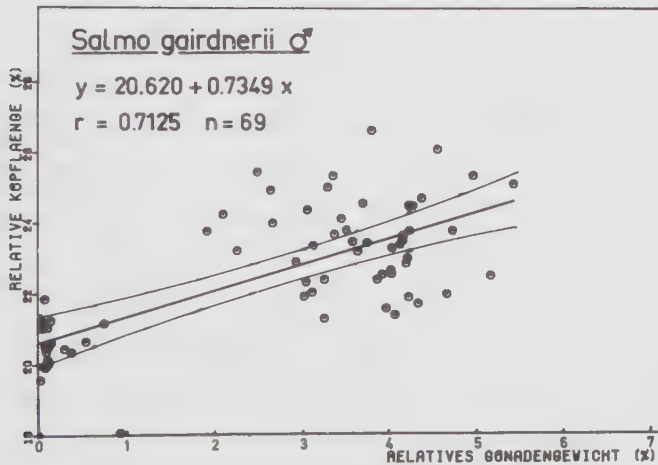


Abbildung 3/02:

Salmo gairdnerii, Chile. Daten von Männchen über 55 cm Standardlänge. Aufgetragen wurde die Kopflänge in % der Standardlänge (= relative Kopflänge) gegen das Gonadengewicht in % des Gesamt-fischgewichtes (= relatives Gonadengewicht). Siehe auch Tabelle 3/03.

3.3.2. Meristische Daten

Tabelle 3/04 bringt die Ergebnisse von 14 meristischen Merkmalen beider untersuchter Arten. Europäische und Regenbogenforelle sind voneinander besonders gut durch die Anzahl der Seitenlinienschuppen, Wirbel, Reusendornen, Vomerzähne und Analflossenstrahlen unterschieden, weshalb hierfür die Verteilung der Werte nochmals detaillierter aufgeführt wird (Tab. 3/05). Um abzuklären, ob eventuelle Unterschiede dieser Merkmale bei allopatrisch lebenden Populationen der gleichen Art nachzuweisen wären, wurden die Anzahl der Wirbel und die der Schuppen auf der Seitenlinie, als häufig benutzte Werte zur Definition und Abgrenzung von Subspezies bei Salmoniden, nach Fundorten getrennt, aufgeführt (Tab. 3/06). Die Mittelwertsunterschiede sind gering, jedoch gelegentlich signifikant (95%, Tab. 3/07). Bei *S. trutta* aus dem río Baguales ("Großer Süden" siehe Abb. 2/01) erscheint eine abnorm hohe Wirbelzahl. Die geringe Anzahl von Schuppen auf der Seitenlinie dieser Art aus dem "Großen Norden" (río Loa) ist leider nur durch ein Exemplar belegt. Bei *S. gairdnerii* deutet sich eine geringere Schuppenanzahl bei Forellen aus Aisén (Abb. 2/01) an.

Um den großen Variationen in der Vomerbezahnung auf die Spur zu kommen, wurde die Anzahl der Zähne (y) gegen die Standardlänge in (x) aufgetragen. Folgende mathematischen Beziehungen lassen sich beschreiben:

Salmo trutta, ganz Chile:

$$y = 20.94 - 0.164 x \quad r = -0.496 \quad n = 77$$

Tabelle 3/04:

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Chile. Ergebnisse der Untersuchungen der meristischen Merkmale. $\bar{x}$ = arithmetisches Mittel, s = Standardabweichung, n = Anzahl der Werte. Die Anzahl der Reusendornen wurde auf dem ersten Kiemenbogen gezählt, bei Pektoral- und Ventralflossen zählte ich den ersten harten Strahl nicht mit, siehe auch Kapitel 3.2.3..

Merkmal	<i>Salmo trutta</i>			<i>Salmo gairdnerii</i>		
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
Seitenlinien- schuppen	119.39	2.82	117	129.05	3.54	263
Wirbel	58.49	1.00	118	61.80	1.00	323
Reusendornen	17.12	1.17	102	18.85	1.14	222
Vomerplattenzähne	3.60	0.81	78	3.70	1.00	250
Vomerschaftzähne	10.03	5.37	77	15.78	3.82	249
Vomerzähne ges.	13.66	5.62	77	19.48	3.86	249
Radii Branchio- stegii	10.69	0.74	32	11.41	0.70	35
Pylorusschläuche	48.03	8.53	31	46.88	5.47	32
Pektoralflossen- strahlen	12.49	0.56	39	12.44	1.07	50
Ventralflossen- strahlen	8.34	0.58	38	8.98	0.55	50
Analflossen- strahlen,weich	7.87	0.68	30	9.80	0.58	35
Analflossen- strahlen,hart	3.10	0.66	30	3.91	0.95	35
Dorsalflossen- strahlen,weich	9.87	0.90	30	10.17	0.62	35
Dorsalflossen- strahlen,hart	3.33	0.55	30	3.94	0.59	35

Tabelle 3/05:

Salmo trutta und S. gairdnerii, Chile. Verteilung der wichtigsten meristischen Merkmale beider Arten. Häufigkeit (Absolutzahlen) ihres Auftretens. Siehe auch Überschrift der Tabelle 3/04 und Kapitel 3.2.3..

<u>Anzahl der Wirbel:</u>	57	58	59	60	61	62	63	64	
Salmo trutta	20	40	42	12	4				
S. gairdnerii	1	1	2	21	86	141	62	9	

<u>Anzahl Seitenlinienstacheln:</u>	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
Salmo trutta	1			4	5	5	14	13	22	13	17	5	9	5
S. gairdnerii				1	1			1		2	1	5	6	9

<u>Seitenlinienstacheln (Fortsetzung):</u>	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
Salmo trutta	2	1	1										
S. gairdnerii	7	17	28	23	38	40	21	30	8	10	8	5	2

Anzahl Reusendornen:

Salmo trutta	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
S. gairdnerii	1	6	24	34	25	10	2				
			4	13	75	75	38	17	1	1	

<u>Gesamtzahl Vomerzähne:</u>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Salmo trutta	1		3	5	4	2	3	2	4	4	2	2	7	3	3	8	9	6	2	2	2
S. gairdnerii								1		1	2		7	16	20	25	32	36	38	14	21

Vomerzähne (Fortsetzung):

vomerzähne (Fortsetzung):	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
Salmo trutta	2	1													
S. gairdnerii	10	3	8	4	3	1	1	1	2				1	2	

Anzahl Analflossenstrahlen (weich):

Salmo trutta	7	8	9	10	11	
S. gairdnerii	9	16	5	25	2	
		1	7			

Tabelle 3/06:

Salmo trutta und S. gairdnerii. Vergleich der wichtigsten meristischen Merkmale von verschiedenen Fundorten. Siehe dazu auch Tabelle 3/07. $\bar{x}$ = arithmetisches Mittel, s = Standardabweichung, n = Anzahl der Werte.

Ort	Salmo trutta						Salmo gairdnerii					
	Seitenlinienschuppen			Wirbel			Seitenlinienschuppen			Wirbel		
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
Großer Norden ¹⁾	111.00	-	1	59.0	-	1	126.50	4.93	4	62.00	0.0	3
Maule	-	-	-	-	-	-	127.46	3.84	54	61.99	1.18	75
Conguillio	-	-	-	-	-	-	128.28	2.54	32	61.68	1.07	34
Küstenkordillere ²⁾	119.50	2.28	22	58.48	0.79	23	-	-	-	-	-	-
Calafquén	117.33	2.89	3	57.67	0.58	3	130.23	2.31	47	61.66	0.84	53
Panguipulli	118.50	2.59	10	58.44	1.01	9	129.33	2.52	3	61.67	0.58	3
Rihue	120.25	2.57	16	58.32	0.89	22	129.53	3.05	32	61.49	0.97	45
Ranco	119.19	2.08	27	58.42	0.99	26	128.59	3.42	39	61.88	0.89	59
Llanquihue	120.27	2.96	15	58.09	0.83	11	131.45	2.54	40	62.05	0.90	38
Chiloé ³⁾	116.75	1.71	4	58.20	0.84	5	-	-	-	-	-	-
Aisén ⁴⁾	118.33	2.88	6	58.00	1.00	3	124.80	5.45	5	61.50	0.58	4
río Baquales	120.45	4.13	11	60.00	0.77	11	-	-	-	-	-	-

1) Großer Norden: ríos Loa und Salado, Meer bei Iquique.

2) Küstenkordillere: ríos Lingue, Valdivia, Tornagaleones, Peuco, Naguilán/Provinz Valdivia.

3) Chiloé: lago Huillanco und Mufüsse, Bäche bei Quellón.

4) Aisén: río Simpson und Zuflüsse, fjordo Aisén, lago Pollux.

Salmo gairdnerii, ganz Chile:

$$y = 22.17 - 0.070 x \quad r = -0.228 \quad n = 249$$

Salmo gairdnerii, lago Conguillio:

$$Y = 0.48 + 0.722 x \quad r = 0.527 \quad n = 33$$

Die Anzahl der Vomerzähne nimmt im allgemeinen mit der Größe ab, die Erscheinung ist bei der europäischen Forelle ausgeprägter als bei der Regenbogenforelle. Im lago Conguillio ist die Beziehung jedoch gegenläufig, wofür keine plausible Erklärung gegeben werden kann.

3.3.3. Färbung

Die Färbung der Forellen erwies sich als äußerst variabel. Es fiel besonders bei *Salmo trutta* schwer, typische Färbungsmuster darzustellen, da zwischen den einzelnen Formen alle Übergänge vorkamen und es eine Fülle von Ausnahmen gab. "Das Chamäleon unter den Fischen ist die Forelle", sagte TSCHUDI (1868) zu Recht. Die große Variabilität ist in erster Linie durch die verschiedenen Habitate, die sie besiedeln, zu verstehen, wobei die jeweilige Färbung als Anpassung an die Umgebung bedeutet: Pelagisch lebende Fische sind silbrig-weiß, benthische braun und wesentlich dunkler. Zur Dokumentation soll hier versucht werden, in aller Kürze einzelne Beispiele und soweit möglich ihr Auftreten zu charakterisieren.

Salmo trutta

- a) Jungfisch: Rücken grau bis bräunlich, Bauch heller oder weiß. Meist 8 - 10 große dunkle Flecken auf der Seite, die später verblassen. Körper oft schwächer gepunktet als bei *S. gairdnerii*, dafür Punkte oft größer und später auch auf dem Kiemendeckel auftretend. Rote Punkte erscheinen ab ca. 6 cm

Standardlänge hauptsächlich auf der Seitenlinie und fast regelmäßig auch auf der Fettflosse. Dorsalflosse gepunktet, Schwanzflosse jedoch nicht. Auftreten meist in Bächen.

- b) Bachforelle: Sehr stark variierend, Rücken braun, olivgrün oder lila. Bauch weißlich. Schwarze Punkte auf den Kiemendeckeln (groß, rund) und dem Körper oft mit hellem Hof. Rote Flecken auf den Flanken, größtenteils auf der Seitenlinie, auch oft mit hellem Hof. Diese werden gelegentlich mit schwarzem Pigment der Melanophoren überlagert, können dann aber bei Entfärbung der Forellen wieder auftreten. Fett- und Dorsalflosse gepunktet, Schwanzflosse jedoch nicht. Vorkommen in Bächen und Flüssen.
- c) "Schwarzforelle": Färbung dunkelbraun bis schwarz, Bauch meist etwas heller. Kleine rote Punkte oft ohne hellen Hof besonders auf den Seitenlinie, die aber durch Melanophoren überlagert sein können und dann ganz fehlen. Einige größere Kiemendeckelflecken; schwarze Flecken auf dem Körper oft unregelmäßig und kaudal sich auflösend ohne hellen Hof. Dorsal- und Fettflosse gepunktet, Schwanzflosse nicht oder selten nur am dorsalen Rand. Vorkommen in Fließgewässern, besonders im río Calcurrupe/lago Ranco.
- d) "Seeforelle": Fisch wirkt stark silbern, Rücken dunkelgrau-braun, Bauch weißlich-silbrig, schwarze Flecken auf dem Körper größtenteils oberhalb der Seitenlinie in Form von einem X oder C, Kiemendeckelflecke rund, können aber gelegentlich auch ganz fehlen. Keine roten Punkte. Schwanzflosse oft am dorsalen Rand schwach gepunktet. Vorkommen im Pelagial großer Seen.

Salmo gairdnerii

- a) Jungfisch: Bräunlich, gräulich bis olivgrün. Mit meist 10 oder mehr großen dunklen Flecken auf der Seite, die später verblassen. Regenbogenstreifen erscheint erst im Laufe der Zeit. Bauch weiß, Körper und Dorsalflosse gepunktet, die Punkte in der Schwanzflosse erscheinen erst später und dann zunächst als feine kurze Linien. In diesem Stadium oft

äußerlich schwer oder gar nicht von *S. trutta* zu unterscheiden.
Vorkommen in Bächen und Seenlitoral.

- b) Fische dicht besiedelter Hochkordillerenseen (siehe Abb. 6/08): Kräftige Farben, Rücken dunkelbraun, Bauch weiß, hellbraun oder grau. Schwarze Punkte auf allen Flossen und dem ganzen Körper, auch zahlreich unterhalb der Seitenlinie. Regenbogenstreifen und Kiemendeckelfleck kräftig rot. Pectoral-, Ventral- und Analflossen oft auch rötlich und mit weißem Rand. Vorkommen in der Laguna del Maule, lago Conguillio, lago Laja.
- c) "Seeforelle": (Siehe Abb. 6/09) Rücken stahlblau oder leicht olivgrün, Seiten silbrig, Bauch weiß. Kleine schwarze Punkte auf dem Kopf (nicht Kiemendeckel), Dorsal-, Fett- und Schwanzflosse. Auf dem Körper finden sich diese fast ausschließlich oberhalb der Seitenlinie. Kein Regenbogenstreifen und kein Kiemendeckelfleck sichtbar. Vorkommen im Pelagial großer Seen.
- d) "Seeforelle" Laichzeit: Wie b) jedoch mit starkem Regenbogenstreifen und mehr orangerotem Kiemendeckelfleck. Anal-, Ventral- und Pectoralflossen oft ebenfalls rötlich gefärbt. Diesen Färbungstyp findet man bei reifenden und laichenden Weibchen und kleineren Männchen. Eine Farbvariation besonders aus dem lago Llanquihue ist ventral oft dunkelgrau gefärbt. Vorkommen in Laichflüssen und Flußmündungen zur Fortpflanzungszeit.
- e) Laichreife große Männchen: Große braune Fische, oft mit fast schwarzem Rücken. Bauch nie weiß oder silbern, sondern hellbraun bis fast gelb. Starker rötlich-violetter Regenbogenstreifen und orangeroter Kiemendeckelfleck. Viele kleine schwarze Punkte auf Stirn, Rücken, Flanken (auch unterhalb der Seitenlinie häufig), Dorsal- und Schwanzflosse. Vorkommen wie d.

3.4. Diskussion

3.4.1. Wert morphometrischer und meristischer Merkmale zur Rassenbestimmung

Rassen und Ökotypen bei Fischen werden im allgemeinen zuerst nach Aussehen, Vorkommen oder Lebensweise erkannt und dann erst mit morphometrischen und meristischen Kriterien beschrieben und abzugrenzen versucht. Der Bestimmer, meist nicht speziell eingearbeitet, soll aber mit den bereitgestellten Daten arbeiten und oft den Einzelfisch damit einer Subspezies zuordnen können. Dabei wird er mit morphometrischen Parametern Schiffbruch erleiden, denn viele variieren mit der Länge, dem Ernährungszustand, dem Reifezustand (Kopflänge bei großen Forellenmännchen), Umwelteinflüssen und eventuell weiteren Faktoren (siehe auch: ENGER 1934, PARR 1949, NÜMANN 1964, BIDGOOD u.a. 1967, KOOPS u.a. 1975). Die Fülle dieser Faktoren konnte aber vom beschreibenden Systematiker vorher nicht in Rechnung gestellt werden. Eine generelle Angabe vieler morphometrischer Daten hat im allgemeinen keinen großen systematischen Wert, allenfalls dient sie als "Definition" des Materials. Unbenommen davon ist natürlich, daß es für gewisse Gruppen einzelne eindeutige Proportionen zur Bestimmung geben kann.

Etwas besser ist die Situation bei der Benutzung meristischer, also zählbarer Merkmale. Es ist bekannt, daß bei Fischen ihre Zahl in gewissen Bereichen durch abiotische Faktoren (z.B. Lichtdauer und -intensität, Temperatur, Salinität, Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck), die in einem empfindlichen Stadium der Ontogenese einwirken, variieren kann, wie experimentelle Arbeiten zeigen (SCHMIDT 1921, MOTTLEY 1934, 1937, TÄNING 1944, 1946, 1952, MCHUGH 1954, LINDSEY 1958, GARSIDE 1966, MCCRIMMON u.a. 1969). Die mögliche Variationsbreite dieser Merkmale ist aber sicherlich genetisch fixiert, wie auch FOWLER (1970) diskutiert. Außerdem suchen gerade Jungfische, die im allgemeinen empfindlicher sind, das ihnen am meisten zusagende Mikrohabitat auf, so daß die experimentell herbeigeführten Unterschiede der auslösenden Faktoren in der Natur im allgemeinen wesentlich geringer sind. Wirbelzahl und die Anzahl der Schuppen auf der Seitenlinie sind für Salmoniden zweifelsohne die wichtigsten

Parameter zur Rassenbestimmung, (EHRENBAUM 1926, ENGER 1934, NÜMANN u.a. 1943, NEAVE 1943, 1944, TREWAVAS 1953, NÜMANN 1964, BIDGOOD u.a. 1967), sieht man von modernen biochemischen Methoden ab.

Forellen verlieren Zähne des Vomers im Laufe ihres Lebens (siehe Kap. 3.3.2.). Das abweichende Verhalten im lago Conguillio, wo eine Zunahme der Zähne mit der Größe festzustellen ist, kann hier nicht gedeutet werden. Jedenfalls zeigt es, daß außerdem populationsspezifische Eigenheiten, wie sie auch von ENGER (1934) und NÜMANN (1964) diskutiert werden, einen Einfluß ausüben. Die Bezahnung des Pflugscharbeines, früher als wichtiges Merkmal der Salmonidenbestimmung angesehen (MÜLLER 1953), ist für Rassenbegrenzung unbrauchbar.

Der Anzahl der Reusendornen auf dem ersten Kiemenbogen kommt keine systematische Bedeutung zu (NÜMANN 1964). Mittelwertsunterschiede auch beim vorliegenden Material sind zu gering und statistisch nicht abgesichert.

Die Anzahl der Dorsal- und Pectoralflossenstrahlen konnte gelegentlich zur Rassen und Artenbestimmung bei Salmoniden benutzt werden. (NÜMANN 1943, 1964, NICHOLLS 1961). Signifikante Mittelwertsunterschiede dienen aber noch nicht zur Bestimmung von Einzelexemplaren. Bei Forellen dieser Arbeit ergaben sich keine Möglichkeiten, diese Merkmale zur Rassenfestlegung zu verwenden.

3.4.2. Rassen der europäischen Forelle in Chile

Bei einem Überblick über die chilenische Literatur offenbart sich große Unkenntnis und Ratlosigkeit, was die wirklich vorhandenen Rassen oder Ökotypen der europäischen Forelle in Chile und ihre Beurteilung anbelangt. Es wurden bisher ausschließlich *S. (trutta)*, die als Bach-, See- und Meerforelle bezeichnet wird, und *S. (trutta) fario*, die meist mit den gleichen Trivialnamen belegt wird, angegeben (MANN 1954, DEBUEN 1959, CAMPOS 1973, BAHAMONDE u.a. 1975).

Der Vergleich der meristischen Daten zeigt, daß die Werte der europäischen Forelle, wie sie in Chile vorkommt, meist in sehr ähnlichen Bereichen liegen, wie sie aus anderen Kontinenten angegeben werden. Die Wirbelzahl bei Rassen der südeuropäischen *S. trutta* (oder es handelt sich nach anderen Autoren um verschiedene nahe verwandte Arten) variiert von 54 - 61 und liegt im Mittel bei 58,74 Wirbeln (443 Exemplare, NÜMANN u.a. 1943, NÜMANN 1964). TREWAVAS (1953) zitiert verschiedene Autoren (ALM, ALTNÖDER) deren Mittelwertsangaben von zahlreichem Material zwischen 58,23 und 58,7 liegen. Nur eine Ausnahme aus einem Ostseezufluß Schwedens wird erwähnt, wo sich im Schnitt 60,15 Wirbel fanden (n = 300). DEBUEN (1959) gibt für Chile 56 - 59 Wirbel an, woher diese Werte stammen, bleibt unklar. Vermutlich handelt es sich um Literaturwerte, denn der reale Bereich liegt zwischen 57 und 61 Wirbeln mit einem Mittelwert von 58,49 (Tab. 3/05), wobei Werte von 60 und 61 als Ausnahmen zu gelten haben. Diese treten jedoch im río Baguales ("Großer Süden", siehe Abb. 2/01) besonders häufig auf. Da im Südzipfel Südamerikas von Argentinern früher als von Chilenen Salmoniden ausgesetzt wurden, und die Landesgrenze hier nicht immer auf der Wasserscheide verläuft, ist eine Beeinflussung von dortigem unterschiedlichem Material (Loch Leven Trout, PLAZA 1950) wahrscheinlich (siehe auch Kap. 2.2.2.).

Bei der Färbung offenbart sich besonders die große Variabilität der Art, so daß es schwer ist, typische Muster herauszustellen (Kap. 3.3.3.). Sicher ist jedoch, daß es auch in Chile die Differenzierung in die drei üblicherweise zitierten Ökotypen gibt:

1. *Salmo trutta* forma *fario*, Bachforelle = Trucha del arroyo/río
2. *Salmo trutta* forma *lacustris*, Seeforelle = Trucha del lago
3. *Salmo trutta* forma *trutta*, Meerforelle = Trucha del mar

Die Bezeichnung "forma" deutet darauf hin, daß es sich nicht um Subspezies, sondern um umweltbedingte Variationen (Ökotypen) handelt. Meerforellen konnte ich selbst nicht untersuchen, jedoch verschiedene Exemplare aus Ästuaren, die schon sehr stark den Übergang zu *S.t. forma trutta* zeigten. Da jedoch eine eigenständige

Verbreitung dieser Art längs der chilenischen Küste stattgefunden hat, ist das Vordringen ins Meer sicher, was auch RIEGEL/Valparaiso bestätigt (in NÜMANN 1967).

Wie sinnvoll gerade diese Unterteilung der drei Ökotypen ist, darüber ließe sich diskutieren. Daß es sich aber dabei um nur eine Art handelt, wird heute von den meisten Autoren einheitlich bestätigt. Dafür gibt es folgende Hinweise:

1. Individuell markierte "Bachforellen" wurden später als "Seeforellen" im Bodensee wiedergefangen (NÜMANN 1959, 1967).
2. Nach dem Aufstau eines Flusses in der Schweiz fanden sich im Stausee typische "Seeforellen", die jedoch nie ausgesetzt wurden und nur aus der anwesenden "Bachforelle" haben entstehen können (STEINMANN 1944).
3. Injektion von Schilddrüsenhormonen verursachte experimentell die Umwandlung von "Bach-" in "Seeforellen" (LANDGREBE 1941, siehe auch WOODHEAD 1966).
4. Meristische Unterschiede zwischen forma fario und f. lacustris sind nicht bzw. kaum nachweisbar (TREWAVAS 1953).
5. Unterschiede in Wachstum, Fekundität, Nahrung, Färbung und Körperproportionen usw. sind durch Einfluß ökologischer Faktoren erklärbar.
6. Die Laichzeiten der "Seeforelle" (etwas später) und der "Bachforelle" (früher) sind nicht soweit verschieden, daß natürliche Kreuzungen verhindert werden können.
7. Die Differenzierung in die einzelnen Typen geschieht nach Aussetzung immer wieder von allein auf's neue (Chile, lago Titicaca, Bolivien/Perú).

Weitere Literatur dazu: MAYR (1963), STEINMANN (1952). Es ist daher angebracht, den wissenschaftlichen Namen *S. trutta* zu benutzen mit eventueller Bezeichnung des Ökotyps unter Verwendung des Wortes "forma". Es sollte als deutsche Bezeichnung "europäische Forelle" (die ursprüngliche Verbreitung bezeichnend) und als spanischer Name "*Trucha europea*" gebraucht werden, alle anderen gebräuchlichen Bezeichnungen sind irreführend.

3.4.3. Rassen der Regenbogenforelle in Chile

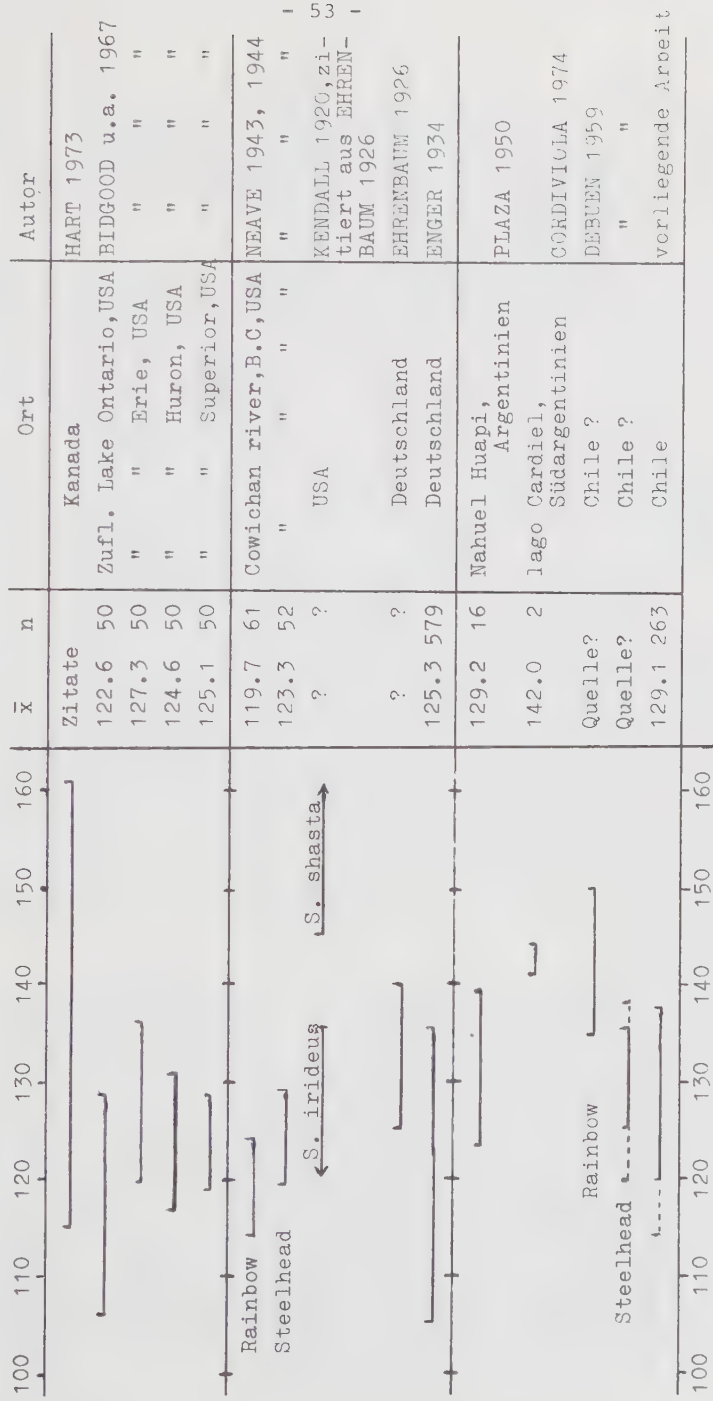
Die systematische Einordnung der Regenbogenforelle ist heute zu einem "Gordischen Knoten" in der Salmonidensystematik geworden. Es kann nicht Aufgabe dieser Arbeit sein, die anstehenden Probleme zu lösen, es soll nur geklärt werden, ob die in Chile übliche Unterscheidung zweier Rassen berechtigt ist.

Ein kurzer Literaturüberblick zeigt, daß bis 1954 in Chile stets nur die Regenbogenforelle ohne Rasseneinteilung zitiert wurde (GOLUSDA 1927, EIGENMANN 1927, OLIVER 1949). Erst MANN (1954) erwähnt auf Seite 139 *Salmo "irideus"*, auf der nächsten aber dann *S. gairdnerii gairdnerii* und *S. gairdnerii irideus*; beide Rassen sollen in Chile häufig sein. Nachdem nun noch DEBUEN (1959) einen sehr unklaren Schlüssel für diese Subspezies (wohl nach Literaturwerten ?) herausgibt, der nur für die Schuppenzahl auf der Seitenlinie eindeutig ist, (siehe Abb. 3/03), benutzen in der Folgezeit alle chilenischen Autoren diese Nomenklatur (BARROS 1961, MORENO 1970, DUARTE u.a. 1971, CAMPOS u.a. 1972/73, CAMPOS 1970, 1973, BAHAMONDE u.a. 1963, 1975). Nach DEBUEN's Schlüssel und der wirklich gefundenen Anzahl von Schuppen auf der Seitenlinie müßten alle Forellen als "steelhead"-(anadrome-Wanderform von *Salmo gairdnerii*) eingestuft werden, die Autoren zitieren aber "rainbow" (permanente Süßwasserform) für Chile !

Der komplizierte Weg der Regenbogenforelle von ihrem Ursprungsgebiet im westlichen Nordamerika via Deutschland nach Chile wurde schon in Abbildung 2/03 kurz dargestellt. Daß es bei diesen häufigen Im- und Exporten nicht ohne Durchmischung der ursprünglichen Formen vonstatten ging, ist verständlich und aus Deutschland bekannt, wo ENGER (1934) die Bezeichnung "forma Germanica" vorschlug. Die DEBUEN'sche Nomenklatur wurde hier jedoch nie verwendet: EHRENBAUM (1926) bezeichnet *S. irideus* und *S. gairdnerii* als Synonyme, die mit *S. shasta* und der Purpurforelle (*S. clarkii* ?, QUIRLL 1948) gekreuzt wurden. Jedoch wurde die Bezeichnung *S. irideus* oder *Trutta iridea* ursprünglich für die angeblich nicht wandernde Form verwandt, was auch in der deutschen Nomenklatur große Verwirrung stiftete. Außerdem sind verschiedene Subspezies in Deutschland nicht oder nur sehr schwer mit meristischen Daten unterscheidbar.

Abbildung 3/03:

Salmo gairdnerii, Anzahl der Schuppen auf der Seitenlinie. Vergleich von Literaturwerten verschiedener Fundorte.



(ENGER 1936, SCHÄPERCLAUS 1949). Nie werden jedenfalls hier die bei DEBUEN (1959) angegebenen Namen verwendet, noch die entsprechenden Formen mit den dort beschriebenen Schuppenzahlen (siehe Abb. 3/03) nachgewiesen.

Auch vom chilenischen Material her selbst ergeben sich keinerlei Hinweise, daß die von DEBUEN (1959) beschriebenen Unterarten wirklich vorhanden wären. Die in Abb. 3/03 und 3/04 zusammengestellten Vergleiche der Schuppenzahl und Wirbelzahl aus den beiden Amerika und Deutschland geben einen Eindruck über die Variabilität und Uneinheitlichkeit des Materials aus verschiedenen Fundorten. Die Angaben von ENGER (1936), die Forellen aus verschiedensten Fischzuchtanstalten Deutschlands verwandte, decken sich weitgehend mit dem chilenischen Material, nur, daß die zweigipflige Verteilung der Wirbelzahl in Deutschland, was SCHÄPERCLAUS (1949) auf eventuelle Rassenunterschiede zurückführte, bei Forellen aus Chile nicht mehr nachweisbar ist (Abb. 3/05). Kennt man die Geschichte der Forelleneinfuhr nach Chile (Kap. 2.2.1.), die Praxis der Verteilung der Salmoniden im Land (Kap. 2.3.) und die Laichgewinnung durch jährlichen Fang der Elternfische und Besatzmaßnahmen der staatlichen Fischzuchtanstalten (Kap. 2.4.), so ist kein anderes Ergebnis zu erwarten. Eventuelle in Deutschland noch vorhandene Unterschiede müssen dabei mindestens für Mittelchile (Abb. 2/01) verwischt worden sein.

In Chile lassen sich mit den hier benutzten Methoden keine Regenbogenforellenrassen nachweisen. Literaturangaben stellten sich als unrichtig heraus. Es empfiehlt sich daher, den wissenschaftlichen Namen *S. gairdnerii* (oder *S. gairdneri*, eine eindeutige Klärung der richtigen Schreibweise konnte ich nicht herbeiführen), wie er heute allgemein gebräuchlich ist, auch in Chile anzuwenden. Mögliche Unterschiede in Populationen, wie sie andeutungsweise im "Großen Süden" und "Großen Norden" (Tab. 3/06) durch abweichende meristische Merkmale feststellbar sind, sollten zunächst mit zahlreichem Material analysiert werden. Jedenfalls kann dann auch hier die DEBUEN'sche Nomenklatur auf keinen Fall verwendet werden.

Abbildung 3/04:

Salmo gairdnerii. Anzahl der Wirbel. Vergleich von Literaturwerten verschiedener Fundorte.

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	$\bar{x}$	n	Ort	Autor
										63.4	50	Zufl. Lake Ontario, USA	BIDGOOD u.a. 1967
										62.9	50	" " Erie, USA	" " "
										63.1	50	" " Huron, USA	" " "
										62.7	50	" " Superior, USA	" " "
										-	-	West-USA	NEEDHAM u.a. 1959 zitiert aus MILLER 1972
										-	-	USA	KENDALL 1920, zitiert aus EHRENBAUM 1926
										-	-	Deutschland	EHRENBAUM 1926
										-	-	Deutschland	SCHÄPERCLAUS 1949
										61.9	584	Deutschland	ENGER 1934
										61.8	323	Chile	vorliegende Arbeit
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66				

$\frac{1}{S. irideus}$ $\frac{1}{S. shasta}$

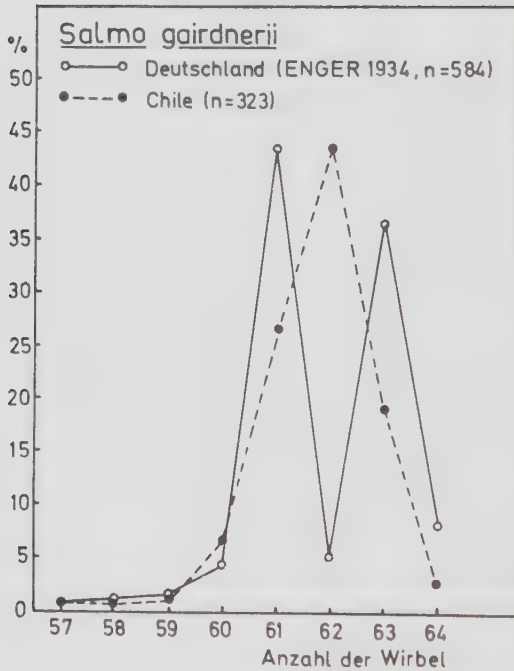


Abbildung 3/05:

Salmo gairdnerii, Deutschland und Chile. Häufigkeiten (in % der Gesamtzahl) der Wirbelzahlen. Die Werte aus Deutschland stammen von ENGER (1934). Siehe auch Abbildung 3/04.

3.4.4. Die Formen der Regenbogenforelle in Deutschland

Es wird seit jeder versucht, die auftretende große Variabilität der Regenbogenforelle in Deutschland hinsichtlich Verhalten, Aussehen und Biologie mit genetisch unterschiedlichem Material verschiedener Rassen aus den einzelnen Importen zu begründen. Dabei werden folgende Eigenschaften beider Formen herausgestellt (nur einige Beispiele):

	"shasta"	"steelhead"
Laichzeit	früh: (Nov.) Dez.-Feb.	spät: März-April (Mai)
Wanderverhalten	stationär, standort-treu in Bächen	anadromer Wanderfisch
Fekundität	wenige und kleinere Eier (QUIRLL 1948)	höher
Wachstum	relative Langsamwüchsigkeit (EINSELE 1965) anfangs wie "steelhead", später schneller (SCHÄPERCLAUS 1949)	raschwüchsiger (EINSELE)
Nahrung	Kleinnahrung, nicht wählerisch (EINSELE 1965)	vorwiegend Raubfisch (EINSELE 1965)
Färbung	Pigmentierung schwach (TACK 1953) kräftig, viel rot (QUIRLL 1948) kräftige Farben, wenig schwarz (EINSELE 1965) relativ hell (SCHÄPERCLAUS 1949)	Pigmentierung stark (TACK 1953) Viel dunkles Pigment, wenig rot (EINSELE 1965) relativ dunkel (SCHÄPERCLAUS 1949)

Diese kurze teilweise widersprüchliche Darstellung namhafter deutscher Fischereisachverständiger deutet das Dilemma an: fehlende und schwierige wissenschaftliche Untersuchungen, aber viele Einzelbeobachtungen aus unterschiedlichen Gebieten lieferten das Rohmaterial für dieses Bild. Es bot sich dann relativ leicht an, die Forellenimporte verschiedener Herkunft zur Interpretation und Deutung dieser Phänomene zu benutzen.

In der Untersuchung zu dieser Arbeit muß ich von der relativen Einheitlichkeit der Regenbogenforelle in Chile ausgehen. Die folgenden Kapitel zeigen, daß auch in Südamerika die Variabilität der Art in fast allen Bereichen ungeheuer groß ist, und es viele Parallelen zu den Beispielen des "Rassenvergleiches" (siehe oben) gibt. Jedoch liegt es auf der Hand, diese Erscheinungen in Chile mit ökologischen Faktoren zu erklären. Dieses gilt besonders für Laichzeiten, Fekundität, Wachstum, Nahrung und Färbung. Auch die "Standorttreue" kann ähnlich gedeutet werden, zieht man Temperatur- und Strömungspräferenzen, Konkurrenzarten usw. in Betracht. Nach meinen Erfahrungen mit der großen ökologischen Variabilität der Art in Chile halte ich auch in Deutschland Interpretationen der Unterschiede mit Hilfe von Rassenmerkmalen für wenig stichhaltig:

1. viele der angeführten Unterschiede der angeblichen Formen sind als systematische Merkmale unbrauchbar,
2. die Angaben aus Deutschland sind sehr uneinheitlich und teilweise widersprüchlich,
3. ähnliche Unterschiede treten auch bei (wahrscheinlich) genetisch relativ einheitlichem Material in Chile auf,
4. die Unterschiede sind leichter und einleuchtender durch den Einfluß ökologischer Faktoren darzustellen.

4. Die monatliche Fischerei im lago Calafquén

=====

4.1. Einleitung

Zur Erkundung der Biologie der Forellen erwies es sich als notwendig, Material gleichmäßig verteilt über das Jahr zu erhalten, um besonders Untersuchungen über Fekundität (Kap. 9), Mageninhalt (Kap. 7) und Längen-Gewichtskorrelation (Kap. 6) im Jahresgang beurteilen zu können.

Ein jahreszyklische Versuchsfischerei mit Kiemnetzen konnte zum ersten Male in Chile durchgeführt werden. Dabei wurden jedoch nur 5 europäische Forellen erbeutet. Die Regenbogenforelle ist die dominierende Art dieses Sees, das folgende Kapitel beschäftigt sich also hauptsächlich mit ihr. Außerdem gelang es, drei andere einheimische Fischarten in größerer Anzahl zu fangen, über deren Biologie bisher nichts oder nur kaum etwas bekannt war. Auch auf sie soll daher kurz eingegangen werden. Die Ergebnisse der Versuchsfischerei selbst ermöglichten interessante Rückschlüsse auf das Wanderverhalten der Forellen, die durch Echolotaufnahmen ergänzt werden konnten.

4.2. Material und Methoden

4.2.1. Der lago Calafquén

(120,6 km², 200 m ü.N.N.) gehört zur Reihe der großen Andenfußseen im "Kleinen Süden" Chiles (Kap. 2.1., Abb. 2/02). Er entwässert durch den río Valdivia. Sein östliches Ende ragt in die Andenkordillere hinein, von wo er mit dem río Llancahue (araukanisch: llanca - verlieren, hue - Ort), der mit dem Ausfluß des lago Pellaifa (7,2 km²) den río Coñaripe (araukanisch: coña - Krieger, repü - Weg, Pfad) bildet, seinen Hauptzufluß erhält. Der río Llancahue mit seinen Zuflüssen entspringt ebenso wie der río Licán (auch arroyo Melilahuén) in den mit ewigem Schnee bedeckten Vulkanen Villarica (2840 m) und Quetropillañ (2360 m). Dieses sind die Hauptlaichflüsse der Forellen im Winter. Weitere Zuflüsse, ebenfalls meist von diesen Vulkanen sind von untergeordneter Bedeutung (Abb. 4/01). Der Seeausfluß

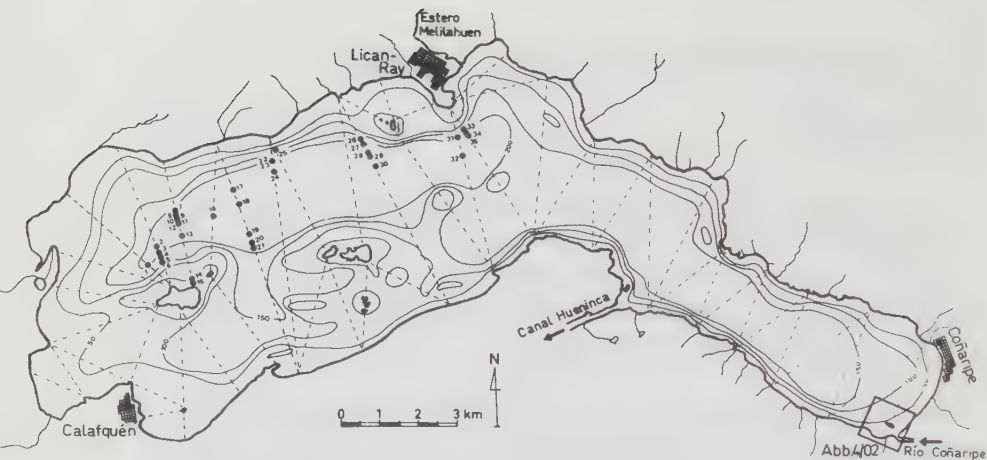


Abbildung 4/01:

Karte des lago Calafquén, "Kleiner Süden" Chiles (siehe auch Abbildung 2/02). Außer den Tiefenstufen in 50 m Schritten sind die Strecken eingezeichnet, die mit dem Echolot abgefahren wurden und als nummerierte Punkte die georteten Forellen (siehe Tabelle 4/08 und Kapitel 4.3.3.). Der Kasten unten rechts bezeichnet den Ausschnitt der Abbildung 4/02.

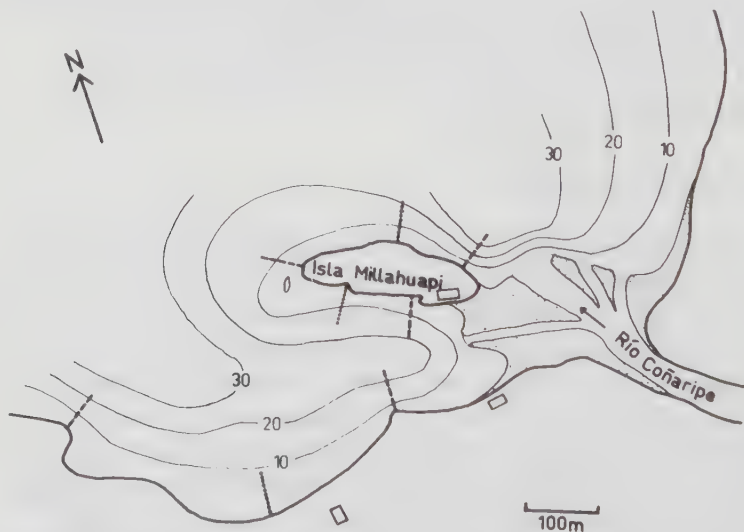


Abbildung 4/02:

Die isla Millahuapi im lago Calafquén. Hier wurde von März 1975 bis Mai 1976 monatlich mit Kiemennetzen gefischt. Gestrichelt: Netze mit 75 mm Maschenweite, gepunktet: Netze mit 35 und 37.5 mm Maschenweite.

mündet durch den ca. 2 km langen Kanal Hueninca in die laguna Pullingue (5,8 km², VARELA (1978) , die mit einem etwa 4 km langen künstlichen Kanal mit dem Wasserkraftwerk Pullingue verbunden ist. Dort besteht für Fische keinerlei Passiermöglichkeit. Weitere Daten über diesen See existieren durch die Arbeiten von LÖFFLER (1960) und CAMPOS u.a. (im Druck, die letzte Arbeit stammt aus demselben Zeitraum wie die hier vorgelegte Untersuchung , auf die daher besonders verwiesen werden soll).

Nach einer Probefischerei im März 1975 wurde 13 Monate lang von Mai 1975 bis Mai 1976 mit Kiemennetzen gefischt. Die Wassertemperaturen wurden 3 mal am Tag, morgens, mittags und abends an der Seeoberfläche (Inselspitze an der Flußmündung abgewandten Seite, Abb. 4/02) und im río Coñaripe in der Mündung auf 1/10 Grad genau gemessen und daraus die Durchschnittstemperaturen der Abb. 4/10 errechnet. Zum Vergleich wurden die Temperaturen der durch das Calafquénwasser gespeisten Fischzuchtanstalt Pullingue (Tab.4/05) angegeben, die auch dreimal täglich gemessen und aus denen dann ein Monatsmittel errechnet wurde. Die Angaben über Niederschlag und Seepiegelstand stammen von der ENDESA (chilenische Elektrizitätsgesellschaft) aus Pullingue, die diese Werte dort bzw. am Ausfluß des lago Calafquén kontinuierlich registriert. Von Mai 1963 bis April 1970 unterhielt die ENDESA im río Coñaripe einen Pegel zur Messung der Wasserführung, der heute nicht mehr existiert. Aus den vorhandenen Daten, die die ENDESA / Santiago zur Verfügung stellte, errechneten sich Mittelwerte, die jedoch nur, da es sich nicht um aktuelle Daten handelt, orientierenden Charakter haben.

4.2.2. Fangmethode

Einmal monatlich, wenn möglich während Neumond, wurde mit 8 Kiemennetzen (geknötetes Netztuch aus linksgedrehter Perlonseide, Tab. 4/01) aus Beständen der Fischzuchtanstalten Pullingue und des zoologischen Institutes der "Universidad Austral" / Valdivia gefischt. Leider war es unmöglich, den Netzsatz zu vervollständigen, so daß praktisch mit zwei verschiedenen Maschen-

weiten gefischt werden mußte. Die Netzhöhe der Tab. 4/01 wurde nach folgender Formel berechnet:

$$H = 2 \cdot MH \cdot \sqrt{MW^2 - \left(\frac{NL}{2 \cdot ML}\right)^2}$$

H = Netzhöhe in cm
 MH = Anzahl der Maschen in der Höhe
 MW = Maschenweite in cm
 NL = Netzlänge in cm
 ML = Anzahl der Maschen in der Länge

Die Netze werden fast immer an den gleichen Positionen an der isla Millahuapi (araukanisch: milla-Kazikue, Stammesfürst, huapi-Insel) (Abb. 4/02) an der Wasseroberfläche gestellt, mit einem Ende am Ufer befestigt, am anderen Ende mit Stein und Leine verankert. Morgens und abends wurden sie kontrolliert, die gefangenen Fische entnommen, registriert und untersucht. Die Netze verblieben im Wasser, bis sich eine ausreichende Anzahl an Fischen gefangen hatte (30 bis 50 Forellen pro Monat). Wurde die Anzahl nach einwöchigem Fang nicht erreicht, wie das in den Sommermonaten regelmäßig der Fall war, gelangten außerdem Forellen der Sportfischer zur Untersuchung, die meist mit ungegliedertem Wobler und Blei mit Steuer als Depressor in größerer Tiefe angelten. Zentrum der Sportfischerei ist Licán-Ray (Abb. 4/01), die geangelten Fische stammen daher meist aus einem anderen See-
 teil als die Netzfische.

Tabelle 4/01:

Daten der verwendeten Kiemnetze. Die Maschenweite wird von Knoten zu Knoten gemessen. Berechnung der Netzhöhe siehe oben.

Anzahl der Netze	Maschenweite	Farbe	Garnstärke	Länge	Höhe
	(mm)			(m)	(m)
2	35	hellbraun	tex 100/3	36,2 + 36,7	2,36 + 2,39
1	37,5	blaugrün	tex 180/3	53,4	2,64
5	75	mittel- braun	tex 180/3	45,6 - 49,7	2,71 - 3,79

Der Fischereiaufwand bei Kiemennetzen ist definiert als Netzfläche mal Zeiteinheit. Stehen Netze gleicher Flächen zur Verfügung, so läßt sich die Anzahl der Netze pro Nacht als Einheit anwenden (ELSTER 1944). Bei der unterschiedlichen Größe der hier benutzten Netze wurde als Flächeneinheit 100 m^2 verwendet. Benutzt man als Zeiteinheit die Nacht, so nimmt man verschiedene Nachtlängen in Kauf. Dieses Problem soll in Kap. 4.3.2. diskutiert werden. Nachtbeginn und -ende wurden nach Augenschein bestimmt, wobei etwa die 1 - 5 Luxgrenze angesetzt wurde. Wegen der Kürze der Dämmerung bei dem Breitengrad des lago Calafquén ($39^{\circ} 31'$ südl. Breite) konnte dieses ohne weiteres auf 5 Minuten genau geschehen. Der Fang je Einheit des Fischereiaufwandes (Catch per unit of effort) wird bei BINGEL (1971) kurz "Einheitsfang" genannt. Dieser Ausdruck soll auch hier Verwendung finden.

$$\text{Einheitsfang} = \frac{\text{Anzahl der gefangenen Fische}}{100 \text{ m}^2 \text{ Netzfläche} \times \text{Nacht}}$$

4.2.3. Echolotaufnahmen

Echolotaufnahmen wurden mit einem älteren, relativ unempfindlichen Gerät "ELAC, Echomat LAZ 13" durchgeführt, das nur besonders große Fische registrierte. Bedingt durch die Bauweise hat es drei Meßbereiche, die in 55 m Schritten gestaffelt sind, Bereich 3 reicht also von 110 - 165 m. Bei größeren Tiefen kann man wieder Bereich 1 benutzen, der nun von 165 - 220 m mißt, außerdem natürlich auch von 0 - 55 m. Für die mit diesem Bereich georteten Fische gibt es nun immer 2 Deutungsmöglichkeiten, die sich um 165 m unterscheiden (siehe Kap. 4.3.3. und Tab. 4/08). Die Echolotaufnahmen wurden von STEFFEN und ARRIAGADA durchgeführt, sie dienten ursprünglich dazu, die Morphometrie des lago Calafquén zu erkunden.

4.3. Ergebnisse und Diskussion

4.3.1. Maschenselektion

Betrachtet man die Längenfrequenzen der Regenbogenforellen von der monatlichen Fischerei im lago Calafquén (Abb. 4/03),

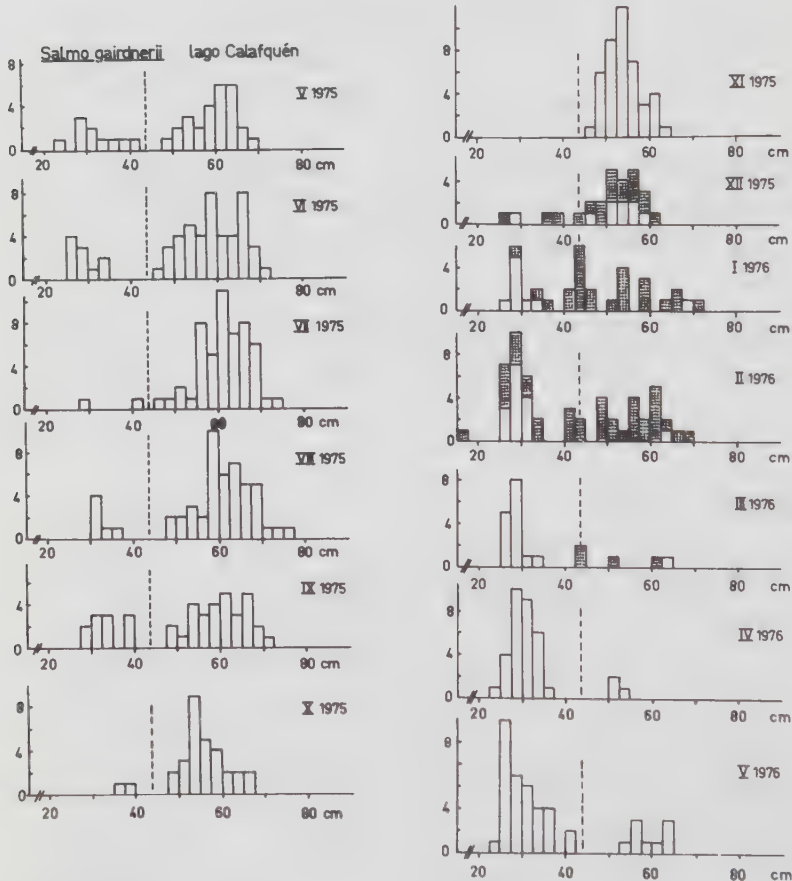


Abbildung 4/03:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Längenfrequenzkurven der gefangenen und untersuchten Forellen von Mai 1975 bis Mai 1976. Ordinate: Anzahl (absolut) der Fische, Abszisse: Standardlänge eingeteilt in 2,5 cm Klassen. Weiß: Forellen wurden mit Kiemennetzen gefangen, gepunktet: Angelfänge.

so fallen bei den mit Netzen gefangenen Fischen zwei größenmäßig streng getrennte Gruppen auf, mit einer deutlichen Grenze bei der Klasse von 42,5 bis 45, 0 cm Standardlänge. Da diese Trennung bei den geangelten Forellen (in der gleichen Abbildung punktiert) nicht existiert, zeigt es, daß dies ein Einfluß der Maschenselektion der verwendeten Netze ist, wie Abbildung 4/04 deutlicher zeigt.

Der Netzfang setzt ein, sobald der Fischumfang die vierfache Maschenweite übersteigt, und nimmt dann langsamer nach Erreichen des Maximums mit zunehmendem Umfang ab (Abb. 4/05). Die Werte sind nicht normalverteilt und lassen sich auch durch Benutzung ihrer Logarithmen nicht in eine Gaußverteilung transformieren (wie auch bei LAMPERT 1970), so daß auf die Angabe der Standardabweichungen in Tab. 4/02 verzichtet werden muß. Diese rechtslastige Verteilung ist bei den Netzen mit 75 mm Maschenweite nicht ausgeprägt. Dies liegt an den Fehlen größerer Fische. Die in Abb. 4/03 eingetragenen Angelergebnisse bestätigen, daß es offensichtlich keine größeren Forellen im See gibt.

Ausnahmen traten bei allen Maschenweiten auf: große Fische verfangen sich in kleinmaschigen Netzen meist mit dem Maul oder dem Maxillarknochen, kleine Fische in großmaschigen Netzen ebenfalls mit dem geöffneten Maul, *Basilichthys australis* oder *Odontesthes wiebicki* verhedderten sich beim Abbläuen, indem sie ihren klebenden Laich an die großmaschigen Netze hefteten. Kleine *Percichthys trucha* verfangen sich beim Abfressen dieses Laiches auch, indem sie an ihm selbst hängen blieben, und einige Karpfen verknöteten sich mit dem harten ersten Strahl der Dorsalflosse in den Netzen. Diese Ausnahmen wurden bei den Regenbogenforellen zwar in Abbildung 4/04 und 4/05 mit aufgetragen, jedoch bei der weiteren Berechnung nicht mehr berücksichtigt.

Abbildung 4/04:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Selektion der Maschenweite verschiedener Kiemennetze. Aufgetragen wurde die Anzahl der gefangenen Forellen (y) gegen die Standardlänge (x).

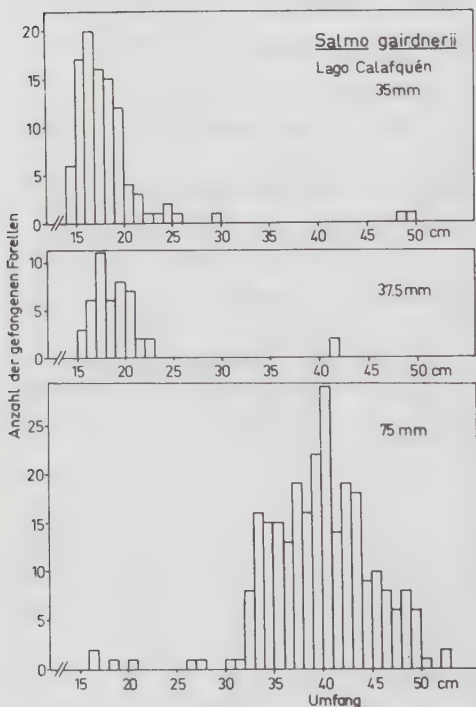
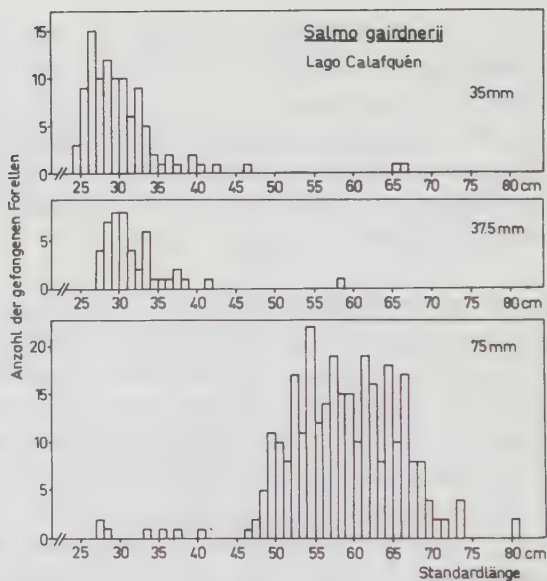


Abbildung 4/05:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Selektion der Maschenweite verschiedener Kiemennetze. Aufgetragen wurde die Anzahl der gefangenen Forellen (y) gegen den Umfang der Fische vor dem Ansatz der Dorsalflosse (x-Achse, Abb. 3/01).

Die G/P-Verhältnisse (G = girth = maximaler Fischumfang gemessen vor dem Ansatz der Dorsalflosse (Abb. 3/01); P = perimeter = Maschenumfang = vierfache Maschenweite), die nach BARANOV (1948, zitiert aus MCCOMBI und FRY 1960) innerhalb einer Art konstant sein sollen, zeigen einen etwas höheren Wert für die 75 mm Netze (Tab. 4/02), was jedoch, betrachtet man die höchsten und niedrigsten Werte in derselben Tabelle, innerhalb der Fehlergrenze liegt.

Tabelle 4/02:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Maschenselektion bei Kiemennetzen. Mittel = arithmetisches Mittel, Min = niedrigster Wert, Max = höchster Wert.

Maschen- weite (mm)	Anzahl der Forellen n	Umfang			G/P-Verhältnis		
		Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.
		$\bar{x}$			$\bar{x}$		
35	98	17.8	14,5	25.5	1.27	1.04	1.82
37.5	45	18.6	15.5	22.5	1.24	1.03	1.50
75	256	40.2	30.5	52.5	1.34	1.02	1.75

Die Größenverteilung der Regenbogenforellen aus Netzen mit kleinen Maschenweiten (35 und 37,5 mm) decken sich vollständig. Wie wir später sehen werden, hat diese Gruppe ein anderes Verhalten bei ihren Wanderungen, in der Nahrungsaufnahme (Kap. 7.3.2.4.) und der Geschlechtsreife (Kap. 9.3.), so daß man die Forellen der kleinmaschigen Netze aus dem lago Calafquén auf jeden Fall als gemeinsame Gruppe ansprechen muß; in Zukunft sollen sie als solche behandelt werden.

Die Selektion durch die kleinmaschigen Kiemennetze bei *Salmo gairdnerii* des lago Conguillio (Abb. 2/01) ist die gleiche wie im lago Calafquén (Tab. 4/03). Betrachtet man die Längenverteilung der geangelten Fische aus dem lago Conguillio, so wird offensichtlich, daß die obere Grenze des Netzfanges mit der maximalen Fischgröße zusammenfällt. Mit der Angel fängt man außerdem

Tabelle 4/03:

Selektion der Kiemennetze von 35 und 37.5 mm Maschenweite bei Forellen, Atheriniden und Percichthys trucha. Zum Vergleich wurden Daten geangelter Forellen mit aufgetragen. Erläuterungen siehe Text. Die Größenklassen bezeichnen die Standardlänge, angegeben ist jeweils die Anzahl gefangener Fische.

Art	Salmo gairdnerii			Odontesthes wiebrichi	Basilichthys australis	Percichthys trucha
Ort	Calafquén	Conguillo	Conguillo	Calafquén	Calafquén	Calafquén
Fangmethode	Netz	Netz	Angel	Netz	Netz	Netz
Längenklasse (cm S.L.)	n	n	n	n	n	n
14 - 14.9				1		
21 - 21.9						1
22 - 22.9						2
23 - 23.9						3
24 - 24.9	3					2
25 - 25.9	9	2				4
26 - 26.9	15	3				4
27 - 27.9	14	5		2	3	14
28 - 28.9	19	9		13	3	21
29 - 29.9	18	15	1	30	13	23
30 - 30.9	18	12	3	33	22	11
31 - 31.9	10	6	5	25	26	6
32 - 32.9	11	7	5	16	33	4
33 - 33.9	11	7	8	3	12	1
34 - 34.9	3	19	8	2	21	1
35 - 35.9	2	8	5		20	1
36 - 36.9	3	7	3		11	
37 - 37.9	3	9	7		8	
38 - 38.9	1	3	6		4	
39 - 39.9	2	1	1		4	1
40 - 40.9	1	2	1		2	
41 - 41.9	1		2			
42 - 42.9	1	1				
Summe	145	116	55	124	182	99

selektiver größere Fische. *Basilichthys australis* wird größer als der ihm in der Körperform sehr ähnliche *Odontesthes wiebrichi* (Tab. 4/03). Bei den Netzfängen beider Arten handelt es sich fast ausschließlich um Weibchen; Männchen sind wesentlich kleiner und schlüpfen durch die Maschen. Während die untere Grenze der Längenverteilung beider Arten gleich ist und durch die Maschenweite bestimmt wird, ist die obere bei *O. wiebrichi* durch das Fehlen größerer Exemplare begrenzt. Ob *B. australis* wesentlich größer wird, läßt sich nur durch Fang mit anderen Maschenweiten ermitteln, Angelfänge liegen nicht vor, da es sich bei dieser Art im lago Calafquén um einen Planktonfiltrierer handelt.

Der Fang von *Percichthys trucha* wird sowohl nach oben als auch nach unten durch die Selektion der Maschenweite bestimmt (Tab. 4/03), größere Exemplare (Weibchen) und kleinere (juv) kamen durchaus vor, bei den mit den kleinmaschigen Netzen erbeuteten Fischen handelt es sich fast ausschließlich um Männchen.

4.3.2. Fang je Einheit des Fischereiaufwandes (Einheitsfang)

Die Netzfähigkeit ist von den verschiedensten Faktoren abhängig, deren wichtigste sind: Netzmaterial (Garnstärke, Elastizität, Festigkeit, Dehnbarkeit, Farbe) im Zusammenwirken mit den Eigenschaften des Wassers die Stelldauer -zeit und -art (Schwebsatz, Oberfläche, Ufernähe) und die "Einstellung" (Leinenlänge zu Netztuchlänge) der Netze (V.BRANDT 1952/53, MOHR 1963, 1965, STEINBERG 1961, RIEDEL 1963, MCCOMBI und FRY 1960). Außerdem spielen natürlich Verhalten, Reaktionen, Körperform, (auch vorhandene Stacheln) und Gesichtssinn der Fische eine wesentliche Rolle (RIEDEL 1963, STEINBERG 1961).

Jedes der hier verwendeten Netze wies sicherlich eine andere Fängigkeit auf, die jedoch zumindest vergleichbar gewesen sein muß, da z.B. das Material, Stellart und die Farbe ähnlich sind. Nur ein Netz setze ich ein, dessen blaugrüne Farbe sich wesentlich besser dem klaren Wasser anpaßte. Aber dafür wies es einen stärkeren Faden auf. Eine bis in alle Einzelheiten gehende Kenntnis der Netzfähigkeit ist unmöglich und unnötig, da auch andere Einflüsse (Licht, Mond, schon vorhandene Fische im Netz,

Abbildung 4/06 A und B:
Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Einheitsfang
(Fang pro Einheit des
Fischereiaufwandes, y-
Achse) im Jahresverlauf
(x- Achse) mit klein-
maschigen Netzen (A)
und großmaschigen (B).

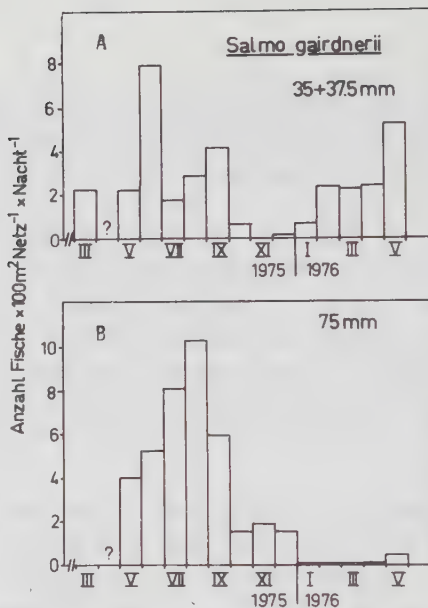


Abbildung 4/07:
Odontesthes wiebrichi,
Atherinidae, lago Calaf-
quén. Einheitsfang mit
Kiemennetzen von 35 und
37.5 mm Maschenweite
(y-Achse) im Jahresver-
lauf (x-Achse).

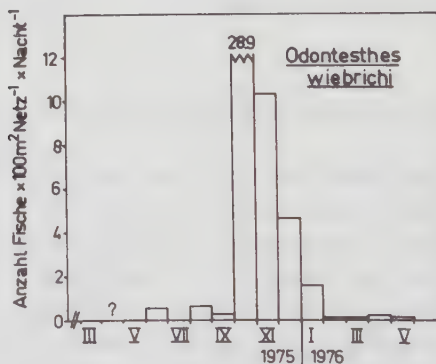
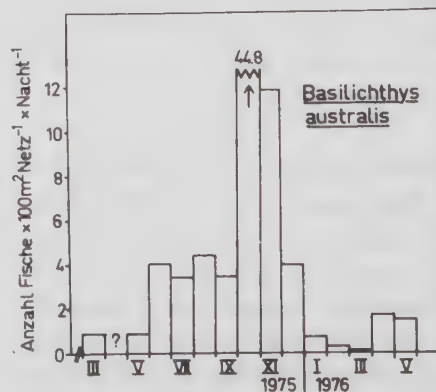


Abbildung 4/08:
Basilichthys australis,
Atherinidae, lago Calaf-
quén. Einheitsfang mit
Kiemennetzen von 35 und
37.5 mm Maschenweite
(y-Achse) im Jahresver-
lauf (x-Achse).



Uferberührung bei niedrigem Wasserstand, von Monat zu Monat unterschiedliche Wassertrübung usw.) eine überaus exakte Vergleichbarkeit der Netzfähigkeit unmöglich machen.

Die Ergebnisse des Einheitsfangs aus Tab. 4/04 sind in Abb. 4/06 - 4/09 zusammengefaßt, die dazugehörigen abiotischen Daten gehen aus Tab. 4/05 und Abb. 4/10 hervor. Tab. 4/06 bringt einige Vergleichsdaten aus anderen Seen, in denen mit Netzen gefischt wurde.

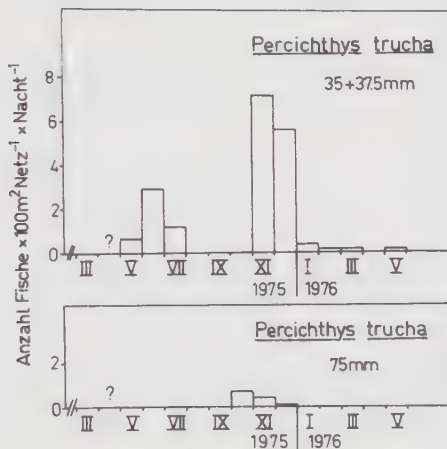


Abbildung 4/09:

Percichthys trucha, Serranidae, lago Calafquén, Einheitsfang mit Kiemennetzen verschiedener Maschenweite im Jahresverlauf.

Tabelle 4/04:

Fischereiaufwand und Fangergebnis der monatlichen Fischerei mit Kiemennetzen im lago Calafquén / isla Villahuapi. Siehe dazu auch die Abbildungen 4/06 bis 4/09. Das genaue Datum der einzelnen Fangperioden ist mit den abiotischen Faktoren in Tabelle 4/05 angegeben.

Datum	Maschenweite (mm)	Fischereiaufwand (100m ² Netz·Nacht)	Salmo gairdnerii Stück Einheits- fang	Odontesthes wiebrichi Stück Einheits- fang	Basilichthys australis Stück Einheits- fang	Percichthys trucha Stück Einheits- fang
			n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)
Mär 1975	35 + 37.5 75	2.266 1.515	5 0	0 0	2 0	0 0
Mai 1975	35 + 37.5 75	4.532 7.216	10 29	0 0	4 0	3 0
Jun 1975	35 + 37.5 75	1.733 9.388	12 49	1 0	7 0	5 0
Jul 1975	35 + 37.5 75	1.733 7.578	3 61	0 0	6 0	2 0
Aug 1975	35 + 37.5 75	3.145 4.845	9 50	2 0	14 0	0 0
Sep 1975	35 + 37.5 75	3.145 7.578	13 45	1 0	11 0	0 0
Okt 1975	35 + 37.5 75	3.145 19.852	2 30	0 0	0 0	0 0
Nov 1975	35 + 37.5 75	6.290 22.734	0 43	65 0	75 1	15 45
Dez 1975	35 + 37.5 75	7.702 45.468	1 7	36 0	31 1	43 5

Tabelle 4/04 (Fortsetzung):

Datum	Maschenweite	Fischereiaufwand	Salmo gairdnerii	Odontesthes wiebrichi	Basilichthys australis	Percichthys trucha
	(mm)	(100m ² Netz·Nacht)	Stück Einheitsfang	Stück Einheitsfang	Stück Einheitsfang	Stück Einheitsfang
			n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)
Jan 1976	35 + 37.5 75	11.870 42.725	8 1	19 0	9 0	4 0
Feb 1976	35 + 37.5 75	6.290 36.594	15 1	1 0	2 0	1 0
Mär 1976	35 + 37.5 75	6.290 36.375	14 2	1 0	1 0	1 0
Apr 1976	35 + 37.5 75	10.847 53.046	26 6	3 0	19 0	0 0
Mai 1976	35 + 37.5 75	7.702 22.734	40 11	1 0	12 0	1 0

Tabelle 4/05:

Abiotische Faktoren während der monatlichen Netzfischerei im lago Calafquén. Bemerkungen: 1) Mondphasen: O = Neumond, 1/2 = Halbmond; 2) Pegelstand jeweils am letzten Tag des Monats am Seeausfluß (Daten von ENDESA); 3) Abfluß des río Coñaripe: Monatsmittel der Daten von Mai 1963 bis April 1970. Der Pegel besteht heute nicht mehr; 4) Wassertemperaturen aus der Fischzuchtanstalt Pullingue am Ausfluß des lago Calafquén; 5) Daten von der ENDESA, Pullingue.

Datum	Nacht- dauer	Mond- phase	Pegelstand des Sees ²⁾ (m ü. N.N.)	Abfluß río Coñaripe ³⁾ (m ³ /sec.)	Wassertemperaturen ⁴⁾ Niederschlag ⁵⁾		
					Mittel	Min. Max.	(mm/Monat)
22.-23.	3. 1975	?	199.87	11.0	18.5	?	30.5
4. 1975	-	-	200.21	14.0	16.0		93.5
6.- 9.	5. 1975	13.25	200.65	25.9	12.7	11.5 14.8	248.8
5.-11.	6. 1975	13.5	201.06	32.1	10.8	10.0 12.1	222.0
3.- 4.	7. 1975	13.35	201.12	33.5	9.2	8.2 10.4	310.0
11.-12.	8. 1975	12.1	200.92	31.4	8.7	8.0 9.9	146.1
2.- 9.	9. 1979	11.1	200.65	27.5	9.6	8.4 11.2	96.3
15.-16.	10. 1975	9.65	200.54	22.5	11.4	9.0 14.0	101.9
21.-23.	10. 1975	9.2	200.63	21.6	13.5	10.2 15.4	151.8
10.-15.	11. 1975	8.3	200.43	22.3	16.4	13.9 18.4	64.3
11.-17.	12. 1975	7.2	200.12	14.7	18.0	13.0 20.0	64.6
19.-25.	1. 1976	7.7	199.99	13.4	19.4	18.0 20.7	98.7
8.-13.	2. 1976	8.25	199.94	11.0	18.0	16.9 19.9	88.9
1.- 6.	3. 1976	9.6	199.85	14.0	?	?	?
2.- 9.	4. 1976	10.75	200.08	25.9	?	?	?
3.- 6.	5. 1976	12.0					

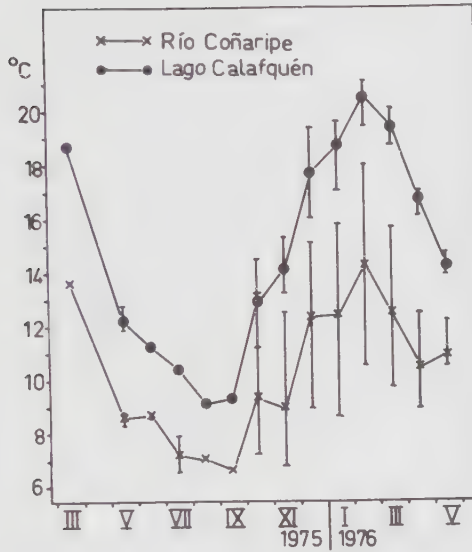


Abbildung 4/10:

Wassertemperaturen während der Fangperioden (Durchschnitts- und Extremwerte) des río Coñaripe und des lago Calafquén (Seeoberfläche an der äußersten westlichen Inselfspitze der isla Millahuapi, siehe Abbildung 4/02).

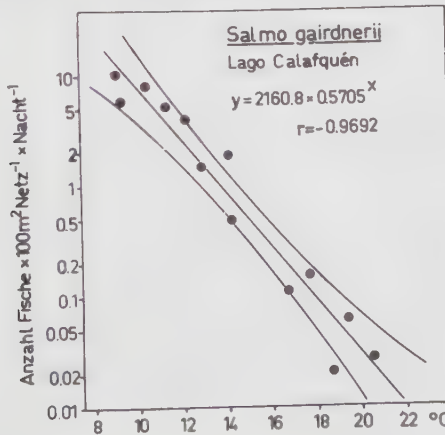


Abbildung 4/11:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Abhängigkeit des Einheitsfanges (Fang pro Einheit des Fischereiaufwandes) von der Wassertemperatur (siehe Abbildung 4/10).

Tabelle 4/06:

Vergleichsdaten des Fischereiaufwandes und des Einheitsfanges aus anderen Seen. Die Werte vom November 1974 aus dem lago Conguillio sind Schätzwerte.

Datum	See	Maschenweite (mm)	Fischereiaufwand (100m ² Netz, Nacht)	Salmo gairdnerii Stück Einheits- fang	Salmo trutta Stück Einheits- fang
			n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)	n (n/Aufwand)
18. - 19. 7. 1973	Rinihue	75	7.578	0	0
29. - 30. 5. 1974	"	35	0.854	0	0
7. - 10. 6. 1974	"	35	2.562	2	0.78
15. - 17. 3. 1975	"	37.5	2.824	8	2.83
15. - 17. 3. 1975	"	75	3.030	0	0
19. - 22. 6. 1975	"	35	4.345	3	0.69
19. - 22. 6. 1975	"	75	6.919	0	0
2. - 55. 9. 1975	Panco/Llifén	75	9.461	58	6.13
7. - 15. 11. 1974	Conguillio	35 + 37.5	ca. 25.	2000 ca. 80.	0
7. - 15. 11. 1974	"	75	2.526	0	0
18. - 22. 12. 1975	"	35	6.932	30	4.33

Einige Vergleichsdaten aus dem lago Rīñihue (Abb. 2/02) zeigen, daß dort während der Laichwanderungen keine großen Exemplare gefangen wurden, obwohl diese in den Monaten Juni und Juli im lago Calafquén an der Mündung des Laichflusses schon recht häufig auftraten. Jedoch wurde nur am Seeausfluß gefischt, die Laichforellen sammeln sich aber in den Mündungen der Laichflüsse. Wie außerdem die Wachstumskurve (Tab. 6/02) zeigt, erreichen die Forellen dort nicht die Endgrößen wie in anderen Seen. Durch ihre schlankere Form (Tab. 6/08 und 6/13) ist außerdem anzunehmen, daß die Maschenweite von 75 mm der verwendeten Netze für den Fang in diesem See zu groß war.

Der lago Ranco bei Puerto Llifén, Mündung des río Calcurrupe (Abb. 2/02) ist als sehr gutes, vielleicht als berühmtestes Forellengewässer Chiles bekannt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß der Einheitsfang dort den des lago Calafquén zur gleichen Zeit um ca. 50% übertrifft. Interessant das vergleichsweise häufige Auftreten von *Salmo trutta* als Seeforellenform.

Im lago Conguillio (Abb. 2/01) wurde zweimal mit Netzen gefischt (Tab. 4/06). Im November 1974 war die Laichzeit der Regenbogenforelle voll im Gange, der Einheitsfang war enorm, wenn auch die Daten für diesen See der Tab. 4/06 nachträglich geschätzt und nicht während des Fanges notiert wurden. Ein entsprechender Fehler ist also mit einzubeziehen. Noch im Dezember des folgenden Jahres war der Fang dort relativ gut. Wie im Vorjahr fingen nur die kleinmaschigen Netze und diese im Gegensatz zum lago Calafquén die geschlechtsreifen Forellen.

Salmo trutta trat im lago Calafquén nur in insgesamt 5 Exemplaren in den Monaten Januar bis April auf. Die Anzahl ist zu gering, um eine sichere Aussage machen zu können, vielleicht handelt es sich bei den wenigen Exemplaren um Anzeichen einer Laichwanderung, zumal die Gonaden dieser weiter als bei *S. gairdnerii* in der Entwicklung standen.

Die Regenbogenforellen zeigen je nach Größe ein völlig unterschiedliches Verhalten: während sich die kleinen Vertreter dieser Art das ganze Jahr über regelmäßig in den Netzen fangen (Abb. 4/06 A), vielleicht mit der Ausnahme der Monate November und Dezember, in denen häufiges Auftreten anderer Arten (Abb. 4/07 - 4/09) diese anscheinend vertrieben, ist der Einheitsfang der Netze mit großen Maschenweiten in der Flußmündung des río Coñaripe starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen (Abb. 4/06 B). Das Maximum liegt im August, das Minimum im Januar. Vergleicht man die Fangergebnisse mit den während der Exposition der Netze gemessenen Wassertemperaturen der Seeoberfläche (Abb. 4/10), so erkennt man einen deutlichen Zusammenhang, der sich durch die Kurve

$$y = 2\,160.8 - 0.5705^x \quad r = -0.9692 \quad n = 13$$

beschreiben läßt (Abb. 4/11). Die Wassertemperaturen steuern bei den Forellen die Gonadenreifung, diese wiederum die Wanderung zu den Orten der Eiablage. Laichreife *Salmo gairdnerii* treten in der Mündung des río Coñaripe von Mitte September bis Mitte November auf (siehe auch Kap. 9.3.1.), also erst zwei Monate nach dem Maximum des Einheitsfanges. Aus der Gruppe der kleinen Forellen (24.5 - 42.5 cm Standardlänge) gelangen nur einige Männchen zur Laichreife, derartige Wanderungen sind daher nicht ausgeprägt (Abb. 4/06 A).

Basilichthys australis tritt das ganze Jahr über in den Netzen auf und überwiegt zahlenmäßig über *Odontesthes wiebrichi*, der nur gelegentlich in wenigen Exemplaren gefangen wird (Abb. 4/07 und 4/08). Da die Netze an der Wasseroberfläche gestellt wurden und nur im Uferbereich gelegentlich Bodenberührung hatten, läßt sich daraus herleiten, daß *B. australis* pelagisch., *O. wiebrichi* aber mehr benthisch lebt. Diese Vermutung wurde dann auch durch orientierende Magenuntersuchungen bestätigt, wobei sich die erste Art als reiner Zooplanktonfiltrierer, zweite als Bodentierfresser (*Aegla*, *Chilina* sp.) (Tab. 8/01), herausstellt. Beide Arten zeigen ein sehr starkes Maximum des Einheitsfanges in den Netzen von Oktober bis Dezember, wenn sie ihre Laichwanderung in den Uferbereich durchführen. In dieser Zeit ist der fädig-klebrige Laich überall an den Wasserpflanzen, ins Wasser hängenden Zweigen und in den Netzen selbst zu finden (Abb. 4/12).

Basilichthys australis

Laichzeit

Schonzeit

Odontesthes wiebrichi

Laichzeit

Schonzeit

Percichthys trucha

Laichzeit

Schonzeit

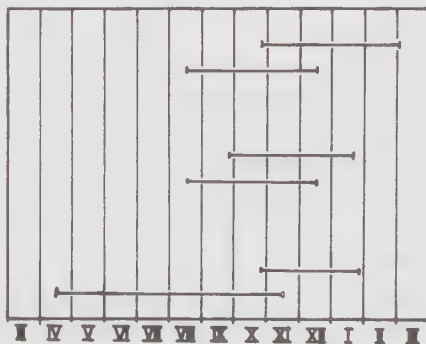


Abbildung 4/12:

Lago Calafquén, Laichzeiten verschiedener häufig gefangener Arten (jeweils Datum des ersten und letzten laichreifen gefangenen Exemplares). Zum Vergleich die gesetzlich festgelegte Schonzeit in Chile. Die Laich- und Schonzeiten von Forellen sind in Kapitel 9.3.1. und 9.4.1. und Abb. 9/10 dargestellt.

Auch *Percichthys trucha* fing sich besonders häufig bei den Laichwanderungen (Abb. 4/12) von dem See in die Zuflüsse: die großen Weibchen von Oktober bis Dezember in den großmaschigen Netzen, die kleineren Männchen erst ab November bis Januar in den kleinmaschigen (Abb. 4/09). In dieser Zeit des massenhaften Auftretens kleiner Männchen dieser Art, wurden keine kleinen Regenbogenforellen gefangen. Diese haben sich wahrscheinlich von ihrem möglicherweise einzigen effektiven Konkurrenten in den chilenischen Binnengewässern zurückgezogen (siehe auch Kap. 8.).

Wenige gefangene Exemplare von *Aplochiton teniatus* im 35 mm Netz lassen auch für diese Art auf Laichwanderung schließen (siehe auch CAMPOS 1969). Durch geringe Körpergröße fingen sich diese Fische nur ausnahmsweise in den Netzen, so daß keine weiteren abgesicherten Aussagen gemacht werden können.

Es ist eine alte Erfahrungssache, daß der Fang mit Netzen nachts besser ist als tagsüber. Auch in dieser Untersuchung wurde als Zeiteinheit immer eine Nacht benutzt. Oft jedoch, besonders bei längeren Fangperioden verblieben die Netze auch tagsüber im Wasser und wurden dann morgens und abends kontrolliert. Die Ausbeute am Tag war gering, der hauptsächliche Fang erfolgte nachts. Jedoch war der Fischereiaufwand nachts auch wesentlich größer als tagsüber. Tab. 4/07 zeigt diese Daten aus sämtlichen Netzfängen der monatlichen Fischerei zusammengefaßt. Die Genauigkeit der Gegenüberstellung leidet darunter, daß nicht alle Netze gleichzeitig während der Morgen- bzw. Abenddämmerung kontrolliert werden konnten. Jedoch zeigen sich trotz dieses Nachteils interessante Ergebnisse. Bei *Salmo gairdnerii* und *Basilichthys australis* ist der Fang pro Fischereiaufwand tagsüber mit 3% vom Nachtwert gering und dürfte innerhalb der Fehlergrenze der in Tab. 4/04 angegebenen Werte liegen. Bei *Odontesthes wiebrichi* und *Percichthys trucha* aber erreicht der Wert fast 10% bzw. 13%, was entweder auf schlechteren Gesichtssinn oder auf besondere Tagaktivität schließen läßt.

Tabelle 4/07:

Vergleich des Einheitsfanges (Fang pro Einheit des Fischereiaufwandes) während der Nacht und tagsüber. Zusammengestellt aus den Ergebnissen sämtlicher Netzfänge.

Art	verwendete Maschenweiten (mm)	Fischereiaufwand		Anzahl gefangen Exemplare		Einheitsfang		Einheitsfang nachts in % des Tagwertes
		nachts	tags	nachts	tags	nachts	tags	
		(100 m ² Netz • Nacht)		n	n	(n · 100 m ⁻² · Nacht ⁻¹)		%
Salmo gairdnerii	35, 37.5, 75	433.25	99.45	589	4	1.360	0.040	2.94
Basilichthys australis	35, 37.5	100.91	42.89	334	4	3.310	0.093	2.81
Odontesthes wiebrichi	35, 37.5	100.91	42.89	218	9	2.160	0.210	9.72
Percichthys trucha	35, 37.5 75	433.25	99.45	134	4	0.309	0.040	13.00

Bei europäischen und nordamerikanischen Süßwasserbarschen (*Perca fluviatilis*, THORPE 1974, GASSER 1976) und *P. flayescens*, (FORTIN und MAGNIN 1972), Verwandte der südamerikanischen *Percichthys trucha*, ist eine Tagaktivität bekannt, die nach THORPE (1974) die direkte Konkurrenz mit Forellen vermeidet. Ähnlich wäre es auch in den chilenischen Gewässern denkbar.

Der zweifellos vorhandene Einfluß des Lichtes müßte sich auch auf den Einheitsfang während verschiedener Mondphasen (Tab. 4/05; kombiniert mit dem Bevölkerungsgrad) und den verschiedenen Jahreszeiten auswirken, denn Sommernächte sind wesentlich kürzer als Winternächte (siehe Tab. 4/05). Dieser Unterschied wäre belanglos, wenn die Fische nachts einen bestimmten Aktivitätsrhythmus aufwiesen, der in kurzen Nächten genauso abläuft wie in längeren. Ist die Fangmöglichkeit jedoch lediglich vom Fehlen des Lichtes abhängig, so würde die Dauer der Dunkelheit eine Rolle spielen. Bei Bachforellen wurden eindeutig tagesperiodische Freßaktivitäten, die ja mit entsprechenden Suchbewegungen und mit besseren Fangmöglichkeiten zusammenhängen, allerdings mit unterschiedlichen Ergebnissen festgestellt (TUSA 1969, ELLIOTT 1970). MUNDIE (1971) untersuchte dieses bei *Oncorhynchus kisutch* und LAMPERT (1970) bei Schluchseecoregonen (siehe auch Kap. 7.3.2.1.). VALENZUELA (mündl. Mitteilung), der jahrelange Erfahrung mit Netzfängen der Regenbogenforelle hat, stellt, stellt bessere Beute kurz nach dem Nachtanbruch und kurz vor der Morgendämmerung fest, wobei das Abendmaximum stärker ausgeprägt sein soll. Nicht untersucht ist diese Frage für die in Chile autochtonen Arten, für die aber eventuell das gleiche anzunehmen ist. Berücksichtigt man in der Berechnung des Fischereiaufwandes die Nachtdauer indem man die unterschiedlich langen Nächte beispielweise auf 12 Stunden Dunkelheit umrechnet, so ergibt sich kein prinzipiell anderer Kurvenverlauf nur die Amplitude ändert sich minimal und die Korrelation des Einheitsfanges der großen Regenbogenforellen mit der Wassertemperatur (Abb. 4/11) ist etwas geringer ($r = - 0.9652$).

4.3.3. Echolotaufnahmen

Bei Echolotaufnahmen im lago Calafquén vom 17. bis 19. April 1974 zur Erkundung der Morphometrie des Sees (Abb. 4/01) erschienen auf den Echogrammen hakenförmige Signale, die unzweifelhaft von Fischen herrühren (Abb. 4/13A+B). Solche Signale wurden in anderen bereits untersuchten Seen des Einzugsgebietes des río Valdivia nicht registriert. Der lago Calafquén ist bekannt für seine großen Regenbogenforellen, diese Art erreicht unter den chilenischen Süßwasserfischen die größte Körperfülle, weswegen als sicher anzunehmen ist, daß sie die Urheber der Signale sind.

Wurde zur Ortung der Seetiefe in über 165 m Tiefe wiederum der Bereich 1 der Echosonde verwendet, so registriert er alle Signale zwischen 0 und 55 m ebenso wie zwischen 165 und 220 m (siehe Kap. 4.2.3.). Für die Tiefe der geloteten Fische gibt es also 2 Deutungsmöglichkeiten, die sich um 165 m unterscheiden. Bei geringen Seetiefen unter 55 m ist die Ortung der Forellen eindeutig. Auch wenn die Fischsignale bei großen Seetiefen unter der Uferlinie auftreten (Abb. 4/13A, Forellen 4 - 6 der Tab. 4/18) gibt es nur eine Möglichkeit: die Forellen schwammen in geringen Tiefen, während der Seeboden in großer Tiefe registriert wurde. Von den 35 georteten Signale lagen 5 eindeutig in der oben beschriebenen Weise zwischen 17 und 31 m (Nr. 4, 5, 6, 14, 15). Daß dieses auch für die übrigen Fische gilt, dafür sprechen folgende Gründe:

1. Forellen orientieren sich optisch, in so großen Tiefen jedoch gibt es kein Licht mehr.
2. Angelfänge wurden mit Blei mit Steuer als Depressor erbeutet, deren Tiefe schwer abzuschätzen ist, jedoch kann als sicher angenommen werden, daß so enorme Werte nicht erreicht werden.
3. In den Meßbereichen 2 (55 - 110 m) und 3 (110 - 165 m) des benutzten Echolotes wurden keine Fische registriert.

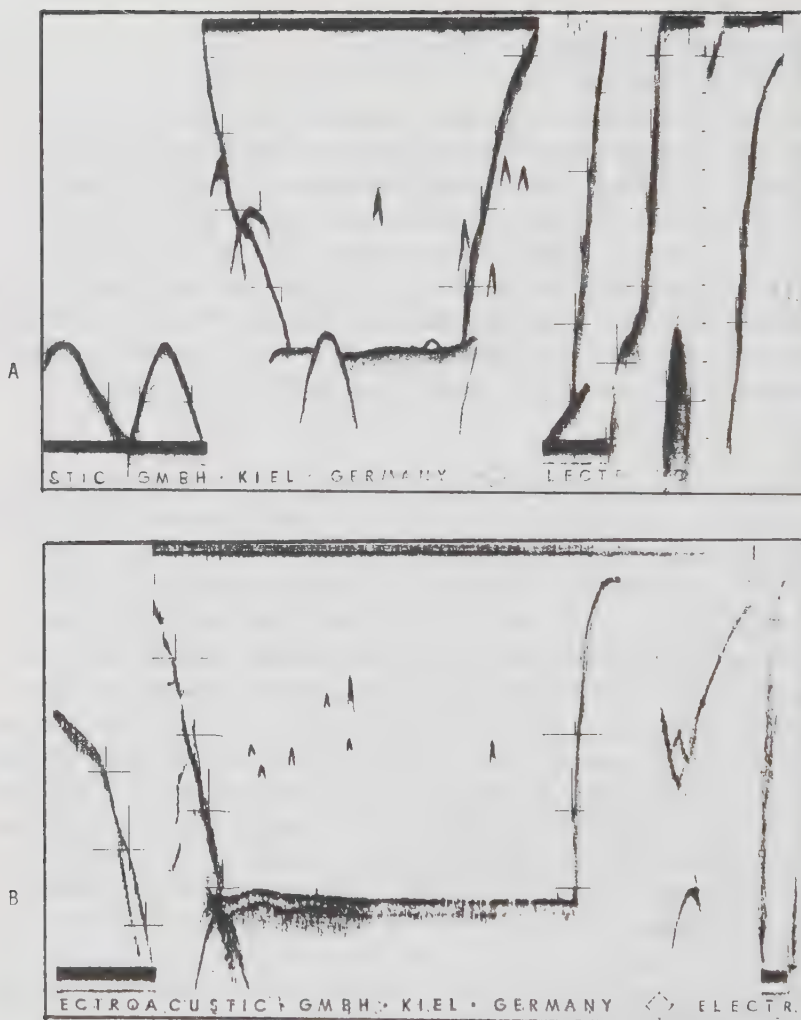


Abbildung 4/13 A und B.

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Echogramme von georteten Regenbogenforellen. Die Signale bei A stammen von den Fischen Nr. 2 - 6 (von rechts nach links) der Tabelle 4/08 und der Abbildung 4/01, die Signale bei B stammen von Nr. 7 - 13.

Tabelle 4/08:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Mit dem Echolot geortete Fische, Angaben der Tiefe, in der die Forellen standen, der Seetiefe an dieser Stelle und der Entfernung vom Nord- b.z.w. vom Südufer in Richtung des Schitts des Echolotprofiles (siehe Abbildung 4/01). Die Nummerierung der Fische ist identisch mit derjenigen der Abbildungen 4/01 und 4/13.

Fisch- nummer	Tiefe der Fische	Seetiefe	Uferentfernung	
			Norden	Süden
	(m)	(m)	(m)	(m)
1	21	201	2 815	835
2	21	207	2 805	1 095
3	26	206	3 030	870
4	31	174	3 095	805
5	17	176	3 140	760
6	19	170	3 185	715
7	27	192	1 360	1 990
8	29	200	1 385	1 965
9	28	201	1 460	1 890
10	19	201	1 550	1 800
11	26	201	1 610	1 740
12	17	201	1 625	1 725
13	25	202	1 990	1 360
14	18	53	3 190	160
15	20	45	3 215	135
16	18	183	1 920	1 430
17	17	211	1 305	5 095
18	22	211	1 685	4 715
19	18	210	2 555	3 845
20	20	210	2 720	3 680
21	23	208	2 935	3 465
22	25	206	560	5 640
23	20	208	580	5 620
24	31	210	865	5 335
25	13	196	425	2 875
26	30	209	1 270	4 830
27	28	209	1 400	4 700
28	27	209	1 660	4 440
29	26	209	1 715	4 385
30	26	209	2 045	4 055
31	27	207	805	3 645
32	33	207	1 295	3 155
33	19	206	640	3 360
34	20	206	730	3 270
35	20	206	765	3 325

Mit einer durchschnittlichen Tiefe von 23,1 m (Standardabweichung 4.97) hielten sich die großen Regenbogenforellen im April 1974 in einer ziemlich eng begrenzten Wasserschicht auf, die, wie Ergebnisse von Campos u.a. (im Druck) zeigen, im mittleren bis unteren Epilimnion liegen, jedoch die Sprungschicht nicht berühren. Es ist zu vermuten, daß dieses durch das Vorkommen der Nahrungstiere bedingt wird, da sich die großen Forellen des lago Calafquén recht einseitig von Aplochiton spec. ernähren (Kap. 7.3.2.4.).

Die Salmoniden wurden nur im Nordwestteil des Sees nachgewiesen; im östlichen Teil, der in die Kordillere hineinragt (Abb. 4/01), ca. 1 Woche später ausgelotet, wurden keine Fische geortet. Von den Orten Lican-Ray und Calafquén aus angeln die Sportfischer den Sommer über vorwiegend im westlichen Seeteil, die Netzfischerei mit den guten Ergebnissen im Winter fand im Ostteil des Sees statt (Abb. 4/01 und 4/02). Fast alle Fische standen über großen Seetiefen (Maximaltiefe des lago Calafquén: 212 m). Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Vermutungen von EVERETT (1973) aus dem lago Titicaca, der angibt, daß Regenbogenforellen im allgemeinen nicht im freien Wasser mit einer Tiefe von mehr als 25 m vorkommen. Wie jedoch aus weiteren Beobachtungen geschlossen werden kann, bildet die Regenbogenforelle eine typische pelargische "Seeform" in chilenischen Gewässern aus (Kap. 3.3.3., 7.3.2.3., 8., Abb. 6/09). Die Fische standen oft in Gruppen zusammen, wobei die nächste direkte Entfernung ca. 18 m betrug (Höhendifferenz berücksichtigt Abb. 4/12 B, Fische Nr. 11 und 12). Über das Auflösungsvermögen des hier benutzten älteren Echolotes liegen keine näheren Angaben vor. Jedoch scheint es mir unmöglich, Fische in ca. 3 m Abstand zu trennen, wie es bei einem modernen Gerät (Atlas, 646 UW, LAMPERT 1970) möglich ist.

5. Parasiten

=====

5.1. Einleitung

Zu Beginn der 50-er Jahre wurde die Bedeutung des Bandwurmbefalls der chilenischen Salmoniden, und hierauf beschränkten sich fast ausschließlich die bis heute durchgeführten Untersuchungen als humanmedizinisch-hygienisches Problem erkannt (zahlreiche Arbeiten von NECHME und Mitarbeiter 1950-1953, FEIGENBAUM und DONCKASTER 1955, OSORIO u.a. 1974, CRISTOFANINI u.a. 1976, SAFUNAR 1965). Von den Sportfischern werden die oft zahlreichen Plerocercoiden in der Leibeshöhle der Salmoniden aus primär ästhetischen Gründen mit Sorge betrachtet. Die hinzukommende Unsicherheit, was den Befall des Menschen beim Verzehr infizierter Fische anbelangt und entsprechende Publikationen in Tages- und Fachpresse (SZIDAT 1964, ETCHEPARE 1954, MARTENS u.a. 1977, RAMIREZ u.a. 1977, TORREZ u.a. 1977) lassen den Unmut anwachsen und Rückwirkungen auf Sportfischerei und Tourismus befürchten. Weitere gelegentlich auftretende Parasiten und Krankheiten sind daher im öffentlichen Interesse von untergeordneter Bedeutung. Der hier vorgestellte Teil der Untersuchung soll dieser Akzentualisierung Rechnung tragen, jedoch nicht nur aus Gründen der Bedeutung für die Praxis, sondern ebenso, weil der Befall mit Cestodenlarven einen wesentlichen ökologischen Faktor der chilenischen Salmoniden darstellt. In dieser Arbeit soll die Problematik nur insoweit bearbeitet werden, wie sie Relevanz für die Salmoniden und ihre Bewirtschaftung hat. Weitere Parasiten und Krankheiten werden nur kurz erwähnt und andiskutiert, da sie von untergeordneter Bedeutung sind.

5.2. Material und Methoden

Beim Öffnen der Fische wurde der Befallsgrad mit Plerocercoiden grob abgeschätzt und in eine Befallsklasse (Nr. 0-4) eingeordnet, die die ungefähre Anzahl der Plerocercoiden pro Fisch angibt. Die mittlere Anzahl von Cestodenlarven pro Befallsklasse diente zusammen mit der jeweiligen Zahl der infizierten Fische zur Berechnung der Befallsstärke. In Klasse 4 wurde der Mittelwert wegen Fehlens einer oberen Grenze willkürlich auf 150 Plerocercoiden

pro Forelle festgesetzt. Dieser Wert wurde durch Schätzung am Objekt selbst ermittelt. Eine halblogarithmische Auftragung der Befallsklasse (x-Achse, linear) gegen das Klassenmittel der Bandwurmlarven pro Fisch (y-Achse, logarithmisch) ergibt eine Gerade.

Befallsklasse	Befallsgrad (geschätzt)	Klassenmittel	Bewertung
	Larven/Fisch	$\bar{x}$	
0	0	0	nicht befallen
1	1 bis 5	3	kaum befallen
2	6 bis 20	13	wenig befallen
3	21 bis 50	36	stark befallen
4	mehr als 50	(150)	sehr stark befallen

Da die Nummerierung der Befallsklasse selbst wegen der unterschiedlichen Klassenbreite nicht zur weiteren Auswertung herangezogen werden konnte, war diese Festsetzung der Klassengrenzen und -mittel notwendig, um Information über die Befallsstärke zu erhalten. Die Angaben sind nur als Schätzwerte zu verstehen, die jedoch bei der hohen Anzahl der untersuchten Fische ein ungefähres Maß für Vergleiche bieten. Eine weitergehende statistische Auswertung mußte bei der Verwendung des Befallsgrades unterbleiben.

Bei der weiteren Untersuchung verzichtete ich darauf, die verschiedenen Formen der Plerocercoiden (verschiedene Larvengrößen, Kapseln, Cysten usw.), ebenso das Vorkommen in den verschiedenen Organen zu unterscheiden. Diese Arbeit würde eine eigene Untersuchung rechtfertigen, die den Rahmen dieser sprengen würde und gegenwärtig von einer Arbeitsgruppe der "Universidad Austral de Chile" in Valdivia durchgeführt wird.

Plerocercoiden konservierte ich in Lactophenol (ROMEIS 1948, 809), nachdem sie teilweise in "Bouin" fixiert worden waren. Einige Exemplare wurden frisch zwischen Glasscheiben gepreßt fixiert, mit Boraxkarmin (ROMEIS 1948, 634) gefärbt und mit Cedex zu mikroskopischen Präparaten verarbeitet.

Weitere Parasiten und Krankheiten fanden sich meist bei der Autopsie der Forellen. Wirbelsäulenverkürzungen durch Wirbelmißbildungen (Osteosklerose) zeigten sich jedoch nur bei Freilegen der Wirbelsäule. Diese Untersuchungen zur systematischen Einordnung der Forellensorten wurden nur bei einer beschränkten Anzahl von Forellen durchgeführt.

Die Methodik der Eigewichts- und Gesamteizahlbestimmung ist im Kapitel Fekundität (9.2.3.) ausführlich dargelegt, die Methoden der Mageninhaltsanalyse in Kap. 7.2.1. über die Nahrungszusammensetzung. Die Auswertung des Zahlenmaterials und die statistischen Berechnungen erfolgten im Rechenzentrum der Universität Konstanz am TR 440 und am Wang 720 C des Limnologischen Institutes der Universität Freiburg.

5.3. Diphyllobothrium spec.

5.3.1. Ergebnisse

Plerocercoiden von Cestoden fand ich in Forellen der Arten *Salmo trutta* und *S. gairdnerii*. Andere gelegentlich untersuchte autochtone Arten (*Percichthys trucha*, *Basilichthys australis*, *Odontesthes wiebrichi*, *Aplocheilichthys tenuis* und *A. zebra* und *Galaxias platei*) wiesen keinen Befall mit den Bandwurmlarven auf, andere Parasiten wurden hier jedoch sehr wohl gefunden. *Galaxias maculatus* und *G. alpinus* gelangten nicht zur Untersuchung. Plerocercoiden kamen in fast allen inneren Organen vor: Leber, Gonaden, Milz, Leibeshöhle, Fettkörper, Mesenterien, Darmwand. Im Fleisch selbst fanden sich keine Larven, jedoch wurde nicht besonders intensiv danach gesucht. Das Vorkommen hier scheint, wenn überhaupt, recht selten zu sein. Im Darmlumen entdeckte ^{ich} bei Magenuntersuchungen nur ein Exemplar. In fünf Fällen

wurden bei S.g. Zysten, weiche mit wasserklarer Flüssigkeit gefüllte Blasen, meist in der Leber gefunden, die in Zusammenhang mit dem Cestodenbefall gebracht werden.

Die mikroskopische Untersuchung von ca. 250 Plerocercoiden aus 43 Forellen verschiedenster Fundorte (Iagos Conguillio, Calafquén, Rinihue, Ranco, Llanquihue und deren Zuflüsse, Meer bei Iquique) ließ nur eine Form erkennen, die eindeutig der Gattung *Diphyllobothrium* (= *Bothriocephalus*)/*Pseudophyllidae* zuzuordnen war. Bis zur Art ließen sich diese Parasiten nicht bestimmen, jedoch läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit *D. latum* ausschließen. 9 Plerocercoiden jedoch wiesen mikroskopisch einen etwas anderen Bau des Kopfes auf, so daß hier die Möglichkeit des gelegentlichen Auftretens einer anderen Gattung (ev. *Eubothrium* ?) besteht. Eine Katze und 2 weiße Ratten wurden mit Plerocercoiden peroral infiziert, jedoch bei der Autopsie nach 3 Wochen keine adulten Cestoden gefunden.

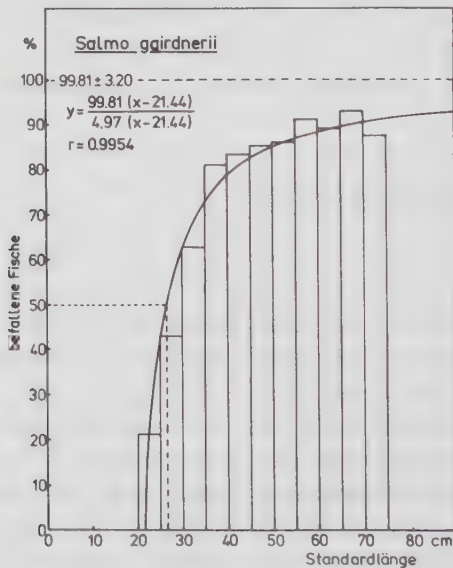


Abbildung 5/01:

Salmo gairdnerii, Südchile (Villarica bis Pto. Montt). Befall mit Plerocercoiden von *Diphyllobothrium* spec. in Abhängigkeit von der Fischgröße. Siehe auch Tab. 5/01.

Tabelle 5/01.

Salmo gairdnerii, Südchile (Villarica bis Puerto Montt). Befall mit *Plerocercoiden* von *Diphyllbothrium spec.* in Bächen, Flüssen und Seen. Beim Befallsgrad handelt es sich um Schätzwerte.

Größenklasse	Anzahl unter- suchter Fische	davon befallen	Befallsgrad
(cm Standardlänge)	n	%	(Larven/Fisch)
0.1 - 5.0	76	0.0	0
5.1 - 10.0	28	0.0	0
10.1 - 15.0	12	0.0	0
15.1 - 20.0	6	0.0	0
20.1 - 25.0	9	22.2	3
25.1 - 30.0	135	43.0	13
30.1 - 35.0	129	62.8	9
35.1 - 40.0	63	81.0	12
40.1 - 45.0	72	83.3	35
45.1 - 50.0	81	85.2	46
50.1 - 55.0	129	86.0	36
55.1 - 60.0	159	91.2	46
60.1 - 65.0	136	89.0	36
65.1 - 70.0	69	92.8	33
70.1 - 75.0	8	87.5	77

Tabellen 5/01 und 5/02 und Abb. 5/01 zeigen die Abhängigkeit des Befalls mit *Plerocercoiden* von der Forellengröße für beide Arten. Der Verlauf der Infektion für *Salmo gairdnerii* kann durch eine Hyperbel beschrieben werden, deren Gleichung lautet:

$$y = \frac{99.81 (x - 21.44)}{4.97 (x - 21.44)}$$

Die Linearisierung erfolgte in Anlehnung an EPPLEY u.a. (1969). Der Befall setzt erst über 20 cm Standardlänge ein, man erkennt eine "Infektionsphase", die bis ca. 40 cm reicht und in der ein fast sprunghaftes Ansteigen der Infektionsquoten zu verzeichnen ist. Obwohl für *Salmo trutta* nicht genügend Material vorliegt, um den Befall wie bei der anderen Art durch eine Kurve

Tabelle 5/02.

Salmo trutta, Südchile (Villarica bis Puerto Montt). Befall mit *Plerocercoiden* von *Diphyllbothrium spec.* in Bächen, Flüssen und Seen. Beim Befallsgrad handelt es sich um Schätzwerte.

Größenklasse	Anzahl unter- suchter Fische	davon befallen	Befallsgrad
(cm Standardlänge)	n	%	(Larven/Fisch)
0.1 - 10.0	27	0.0	0
10.1 - 20.0	16	0.0	0
20.1 - 30.0	6	33.3	8
30.1 - 40.0	32	21.9	6
40.1 - 50.0	33	51.5	7
50.1 - 60.0	39	51.3	11
60.1 - 70.0	26	53.8	27
70.1 - 80.0	6	33.3	93
80.1 - 90.0	1	100.0	3

zu beschreiben, erkennt man dennoch den prinzipiell ähnlichen Verlauf der Beziehung aus Tab. 5/02. Ein wichtiger Unterschied besteht darin, daß sich auf die Dauer nicht die ganze Population zu infizieren scheint.

Geographisch wurden *Plerocercoiden* von *Diphyllbothrium spec.* hauptsächlich im "Kleinen Süden" (Abb. 2/02) nachgewiesen. Tab. 5/03 zeigt, daß die Forellen aus Seen der Hochkordillere (laguna del Maule und lago Conguillio) nicht oder nur sehr schwach befallen sind, die der Andenfußseen vom lago Villarica bis lago Llanquihue jedoch alle etwa gleiche Infektionsraten aufweisen. *Salmo gairdnerii* ist in diesem Gebiet mit einem Prozentsatz von 78,2% wesentlich stärker infiziert als *Salmo trutta*, dieser Unterschied ist auf dem 99%-Niveau signifikant (Vierfelder-Chi-Quadrat Test). Auch ist die Befallstärke bei der ersten Art mehr als doppelt so hoch.

Beim Vergleich von Forellen aus verschiedenen Biotopen (Tab. 5/04) mußten alle Fische mit Gonaden, die in der Entwicklung

Salmo trutta und S. gairdnerii, Chile. Befall mit Plerocercoiden von Diphyllbothrium spec. Vergleich verschiedener Fundorte (Seen und deren Zuflüsse). Mindestlänge der Fische: 25.0 cm Standardlänge. Beim Befallsgrad handelt es sich um Schätzwerte.

Fundort	Salmo trutta			Salmo gairdnerii		
	Anzahl unter- suchter Fische	davon befallen	Befallsgrad (Larven/Fisch)	Anzahl unter- suchter Fische	davon befallen	Befallsgrad
	n	%	(Larven/Fisch)	n	%	(Larven/Fisch)
laguna del Maule	0	-	-	70	0.0	0
lago Conguillio	0	-	-	167	1.2	3
lago Calafquén	5	80.0	3	523	78.8	30
canal ENDESA ¹⁾	8	62.5	?	72	87.5	?
lago Panguipulli	20	45.0	22	39	64.1	24
lago Ríñihue	15	53.3	33	55	61.8	31
lago Ranco	67	43.3	12	231	84.4	37
lago Llanquihue	15	46.7	9	42	81.0	88
Südhile ²⁾ gesamt	141	44.7	15	982	78.2	34

1) Der Kanal der ENDESA (chilenische Elektrizitätsgesellschaft) verläuft von der laguna Pullinque bis zum Wasserkraftwerk Pullinque/Provinz Valdivia. Beobachtungen von VALENZUELA/Puerto Varas, unveröffentlicht.

2) Südhile: Villarica bis Puerto Montt.

Tabelle 5/04.

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Südchile (Villarrica bis Pto. Montt). Befall mit Plerocercoiden von *Diphyllobothrium spec.*. Vergleich verschiedener Biotope; Mindestlänge der Fische: 25 cm Standardlänge; Forellen mit Gonaden, die in der Entwicklung stehen, wurden nicht berücksichtigt (Laichwanderungen). Beim Befallsgrad handelt es sich um Schätzwerte. Bäche: von der Quelle bis zur Mündung in einen Fluß oder See unabhängig von der Wasserführung, die im allgemeinen jedoch gering ist. Fluß: Ausfluß von einem See bis zum Ästuar.

Biotop	Salmo trutta			Salmo gairdnerii		
	Anzahl unter- suchter Fische	davon befallen	Befallsgrad (Larven/Fisch)	Anzahl unter- suchter Fische	davon befallen	Befallsgrad (Larven/Fisch)
Bach	7	14.3	3	0	-	-
Fluß	26	19.2	3	75	81.3	29
See	51	54.9	21	776	78.4	35
Ästuar	6	0.0	0	0	-	-

begriffen waren, ausgeschlossen werden, um den Einfluß der Translokation aus dem eigentlichen Biotop durch die Laichwanderung auszuschließen. Außerdem wurden ausschließlich Fische, die größer als 25,0 cm Standardlänge sind, betrachtet, da erst diese infiziert sind. Daten aus Bächen und Ästuaren waren somit für den Vierfelder-Chi-Quadrat-Test zahlenmäßig zu gering, um eine gesicherte Aussage machen zu können. Die beiden Arten unterscheiden sich jedoch im Fluß und See signifikant voneinander (99%-Niveau). *Salmo trutta* ist in Flüssen bedeutend geringer befallen als im See, diese Aussage läßt sich für *S. gairdnerii* jedoch selbst auf dem 95%-Niveau nicht bestätigen.

Auf der Suche nach Faktoren, die die Infektion mit Plerocercoiden verursachen, wurden die Werte von beiden untersuchten Forellenarten zusammengefaßt, um durch großes Zahlenmaterial besser abgesicherte Aussagen machen zu können. Dies schien auch deswegen berechtigt, da wir als gesichert annehmen können, daß der Entwicklungskreislauf und die Ursache der Infektion prinzipiell ähnlich oder gleich sind. Vergleicht man den gewichtsmäßigen Anteil der Fischnahrung am Gesamtmageninhalt (in %) mit der Größe der Fische, (Abb. 5/02) und Tab. 5/05),

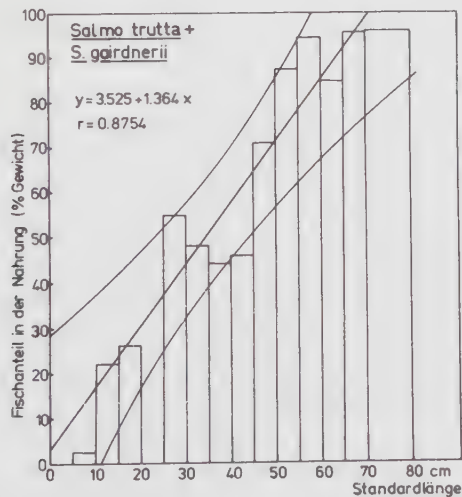


Abbildung 5/02:

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Südchile (Villarica bis Pto. Montt). Zusammenhang zwischen Fischanteil in der Nahrung (in Gewichtsprozent) und der Fischgröße.

Tabelle 5/05.

Salmo trutta und S. gairdnerii, Südhile (Villarica bis Puerto Montt). Befall mit Plerocercoiden von Diphylllobothrium spec. und Anteil einiger Nahrungskomponenten am Gesamtmgentinhalt. Siehe auch Abbildung 5/03. Beim Befallsgrad handelt es sich um Schätzwerte.

Größenklasse	Parasitenbefall			M a g e n i n h a l t					
	Anzahl Fische		Befallsgrad	Fische		Zooplankton		Aegla spec.	
	n	%		Anzahl Mägen	Anzahl Gewicht	Anzahl Gewicht	Anzahl Gewicht	Anzahl Gewicht	
(cm Standardlänge)	n	%	(Larven/Fisch)	n	%	%	%	%	%
0.0 - 4.9	83	0.0	0	28	0.0	0.0	1.4	0.5	0.0
5.0 - 9.9	48	0.0	0	9	0.4	5.0	0.0	0.0	0.0
10.0 - 14.9	26	0.0	0	12	3.2	21.9	0.0	0.0	0.0
15.0 - 19.9	8	0.0	0	7	1.6	26.0	0.0	0.0	0.0
20.0 - 24.9	11	18.2	3	4	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9
25.0 - 29.9	139	43.2	12	88	38.2	55.1	0.0	0.0	0.3
30.0 - 34.9	151	55.6	9	83	12.7	48.3	4.6	0.1	0.5
35.0 - 39.9	73	75.3	11	40	10.6	44.4	42.3	0.6	1.1
40.0 - 44.9	90	74.4	32	49	12.3	46.2	21.2	0.2	2.2
45.0 - 49.9	96	82.3	41	47	12.2	70.8	0.0	0.0	1.8
50.0 - 54.9	148	81.1	35	78	47.5	87.6	30.0	0.5	0.2
55.0 - 59.9	179	87.2	44	81	60.3	94.8	0.0	0.0	1.6
60.0 - 64.9	154	85.1	34	51	24.9	84.9	0.0	0.0	1.3
65.0 - 69.9	77	88.3	34	20	66.7	96.0	0.0	0.0	1.9
70.0 - 74.9	12	75.0	80	2	80.0	96.0	0.0	0.0	0.0
75.0 - 79.9	2	0.0	0	1	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0

so erkennt man, daß andere Fische in größerem Maße erst ab ca. 25 cm Standardlänge gefressen werden und dann der Fischanteil an der Gesamtnahrung ständig zunimmt. Der Mageninhalt gibt jeweils nur ein momentanes Bild der Nahrungsbeziehungen, das allen möglichen Einflußfaktoren unterworfen ist (siehe Kap. 7.3.2.). Eliminiert man jedoch die Klassen, in deren Berechnung des Fischanteils am Gesamtmageninhalt (Gewichtsprozent) weniger als 5 Fische einbezogen wurden, und trägt diesen Parameter gegen den Prozentsatz der befallenen Forellen in demselben Größenintervall auf, so ergibt sich eine signifikante Korrelation von $r = 0.897$ (Abb. 5/03). Keine Korrelation zwischen Mageninhalt und befallenen Fischen ergibt sich, betrachtet man den Anteil an Zooplankton oder Decapoden Aegla (Tab. 5/05), so daß eine Infektion über diese Nahrungskomponenten unwahrscheinlich ist.

Um den Einfluß des Parasitenbefalls auf die Fischpopulationen selbst zu diskutieren, wurde für alle Regenbogenforellen der Konditions- oder Korpulenzfaktor K_3 nach der Formel

$$K_3 = \frac{W \cdot 100}{L^3}$$

errechnet (siehe auch Kap. 6.2.4., W = Gewicht in Gramm, L = Standardlänge in cm). Für diese Rechnung wurden nur Fische von über 40.0 cm Standardlänge herangezogen, da ab dieser Größe die Anzahl der Fische in den einzelnen Befallsklassen einigermaßen ausgeglichen und der Einfluß der Länge auf der Konditionsfaktor gering ist (Kap. 6.3.5.). Das getestete Material entstammt der Zone von Villarica bis Puerto Montt, also dem Hauptverbreitungsgebiet des Diphyllbothriumbefalls. *Salmo trutta* blieb wegen des geringen Materials unberücksichtigt. Getestet wurde mit dem t-Test für den Vergleich zweier Mittelwerte unabhängiger Stichproben.

Schon bei den Untersuchungen im Gelände erwies es sich als unmöglich, am ungeöffneten Fisch die Befallstärke vorherzusagen. Es verwundert daher nicht, daß auch die in Tab. 5/06 zusammengestellten Ergebnisse des Einflusses der Befallstärke auf den

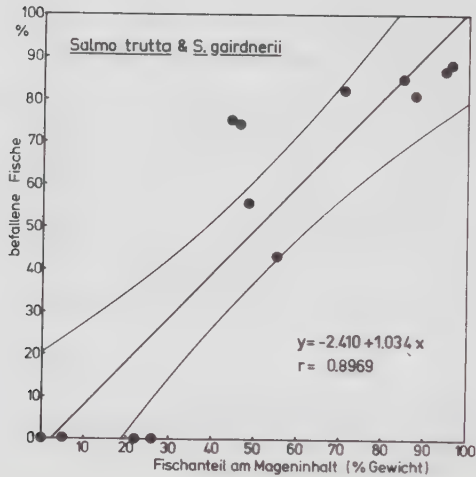


Abbildung 5/03:

Salmo trutta und S. gairdnerii, Südchile (Villarica bis Pto. Montt)
Zusammenhang des Befalls mit Plerocercoiden von Diphylobothrium
spec. mit dem Fischanteil im Mageninhalt (Gewichtsprozent). Siehe
dazu auch Tab. 5/05. Berücksichtigt wurden nur die Größenklassen,
in denen mindestens 5 Mägen analysiert wurden.

Tabelle 5/06.

Salmo gairdnerii, Südkile (lago Villarica bis lago Llanquihue). Befall mit Plerocercoiden von *Diphyllbothrium spec.*. Vergleich von Befallsstärke und Konditionsfaktoren aller Forellen über 40.0 cm Standardlänge.

Befalls- klasse	Konditionsfaktor		Anzahl Werte	Signifikanz- niveau von $\bar{x}_0 \neq \bar{x}_1$
	arithmet. Mittel	Standard- abweichung		
i	$\bar{x}$	s	n	alpha (%)
0	1.715	0.328	77	-
1	1.718	0.298	140	0
2	1.670	0.265	188	50
3	1.657	0.261	145	80
4	1.611	0.254	97	95

Tabelle 5/07.

Salmo gairdnerii, Südkile (lago Villarica bis lago Llanquihue). Befall mit Plerocercoiden von *Diphyllbothrium spec.*. Vergleich von Befallsstärke und Gesamtzahl der Eier pro Weibchen aller Forellen über 25.0 cm Standardlänge.

Befalls- klasse	Eizahl pro Weibchen		Anzahl Werte	Signifikanz- niveau von $\bar{x}_0 \neq \bar{x}_1$
	arithmet. Mittel	Standard- abweichung		
i	$\bar{x}$	s	n	alpha (%)
0	8646	1573	8	-
1	6726	1937	42	99
2	7228	2006	55	0
3	6914	2230	48	95
4	6776	1894	25	95

Konditionsfaktor nur geringfügige Unterschiede, jedoch kontinuierliche Abnahme bei steigender Infektion zeigen. Das Signifikanzniveau, getestet jeweils gegen den Befallsgrad "0" (unbefallene Regenbogenforellen), ist ebenfalls gering und erreicht maximal 95%. Ob der Befall mit Plerocercoiden Einfluß auf die Fekundität (Gesamtzahl pro Weibchen) hat, ist nicht mit letzter Sicherheit nachzuweisen. Zwar zeigt Tab. 5/07, daß in drei Fällen die Unterschiede auf dem 95%-Niveau (in einem Fall auch auf dem 99%-Niveau) signifikant sind, jedoch ist keine kontinuierliche Abnahme festzustellen, wie bei steigender Infektionsstärke zu erwarten wäre. Geprüft wurde wiederum gegen die nicht befallenen Fische, diese Gruppe ist jedoch mit 8 Werten nur schwach besetzt. Ein Einfluß des Parasitenbefalls auf das Gewicht der Eier (in mg) ergab keine signifikanten Resultate, außerdem war die Anzahl der Beobachtungen gering, auf weitere Darstellung wurde daher hier verzichtet.

5.3.2. Diskussion

Die zentrale Problematik bei der Beurteilung des Parasitismus von *Diphyllbothrium spec.* liegt bei der vollständigen Unkenntnis der vorliegenden Art(en) und ihres Entwicklungskreislaufes. Zwar fehlt es nicht an Bestimmungsversuchen der Plerocercide oder erwachsener Cestoden aus verschiedenen Endwirten, jedoch sind die Ergebnisse davon so uneinheitlich wie vielseitig: hauptsächlich humanmedizinische Arbeiten erwähnen *Diphyllbothrium latum* (NEGHEME u.a. 1950-1953, ETCHEPARE 1954, SAPUNAR u.a. 1965, OSORIO u.a. 1974, CRISTOFFANINI 1976) wohl eher aus traditionellen Gründen, da dieser Parasit in jedem klassischen Lehrbuch beschrieben ist. WOLFHÜGEL (1949) bestimmte sie als *D. decipiens*, MARTENS u.a. (1977) als *D. dendriticum* und SZIDAT (1957, 1964) auf argentinischer Seite als *D. microcordiceps n. sp.*. *Diphyllbothrium latum* wird jedoch von GONZALES u.a. (1977) ausdrücklich ausgeschlossen wegen Fehlens der charakteristischen Kutikularborsten, diese Aussage bestätigt auch die hier vorgelegten Ergebnisse. Das Vorkommen mehrerer Arten ist möglich, jedoch nicht sehr wahrscheinlich, wie schon eingangs dargelegt. Ebenso vielseitig wie die Bestimmungsversuche ist auch die Zahl der möglichen Endwirte unter denen verschiedene Vögel und Säuger in Frage kommen. Zwar glückte die

Infektion vom Hund im Labor (NEGHME und BERTIN 1951a, MARTENS u.a. 1977, TORRES u.a. 1978), ebenso wurden natürlich befallene Hunde und Katzen im Seengebiet beobachtet (NEGHME und BERTIN 1951a und b, WOLFHÜGEL 1949, eigene Beobachtung). WOLFHÜGEL (1949) erhielt sein Material hauptsächlich aus Haus- und Wildkatzen (*Felis guigna*), Puma (*Felis concolor*), Fuchs (*Dusicyon griseus*) und anderen Wildtieren. Auch im Seelöwen (*Otario falvestens*), der gelegentlich vom Meer aus in die Flußunterläufe eindringt, sollen erwachsene Cestoden nachgewiesen worden sein. SZIDAT (1957, 1964) erhielt sein Material aus den Großmöven *Larus dominicanus* und *L. maculipennis*. Jedoch ist sein Bezug von den gefundenen adulten Cestoden auf die *Plerocercoiden* im Fisch sehr unklar und anzweifelbar. Bei eigenen Versuchen glückte die Infektion von einer Hauskatze und zwei Laborratten nicht. Im Menschen sind bisher nur 29 Fälle von Fischbandwurmbefall in Chile nachgewiesen worden (NEGHME u.a. 1950-1953, SAPUNAR 1965, OSORIO 1974, CRISTOFFANINI u.a. 1976, MARTENS 1977), wobei die Dunkelziffer besonders auf dem Land größer sein dürfte. NEGHME u.a. (1951 a und b) wiesen bei 3 369 koprologischen Untersuchungen am lago Colico nur 21 infizierte Personen nach, RAMIREZ u.a. (1977) bei 60 Proben keine Infektion. Es ist daher anzunehmen, daß der Mensch nicht als Hauptwirt in Betracht kommt.

Auffallend ist bei den hier vorgestellten Ergebnissen die Korrelation zwischen menschlicher Besiedlung und *Plerocercoid*befall der Forellen im See, obwohl statistisch nicht belegt; laguna del Maule und lago Conguillio sind nicht infiziert und unbesiedelt, jedoch von Wasservögeln durchaus erreichbar. Es ist daher wahrscheinlich, daß Haustiere als hauptsächliche Endwirte in Frage kommen, zumal Hunde, Katzen, Schweine usw. frei herumlaufen und die von Anglern achtlos weggeworfenen Eingeweide verzehren (Abb. 5/04, 1). Vögel scheinen aus diesen Gründen auszuschließen (siehe jedoch auch unten). Die seltene Infektion des Menschen trotz des gelegentlichen Verzehrs des rohen, nur mit Zitronensaft behandelten Forellenfleisches beruht darauf, daß die *Plerocercoiden* nur ausnahmsweise in die Fischmuskulatur eindringen (TORRES u.a. 1978, eigene Beobachtungen). Auf die Zusammenhänge zwischen menschlicher Besiedlung und Cestodenbefall von Fischen weist auch SCHÄPERCLAUS (1938) ausdrücklich hin.

Den mit dem Kot ins Wasser gelangten Eiern (Abb. 5/04, 2) entschlüpft das Coracidium (Flimmerlarve Abb. 5/04, 3), das in Copepoden eindringt und sich dort zum Proceroid (Vorfinne) umgestaltet (Abb. 5/04, 4, 4a). MARTENS (1977) und BAHAMONDE (persönliche Mitteilung, zitiert aus NEGhme u.a. 1951 a und b) konnten bei ihren Bemühungen jedoch dieses Entwicklungsstadium im Zooplankton nicht nachweisen, Anhaltspunkte für Intensität und Methodik der Suche liegen mir allerdings nicht vor. Der Fisch infiziert sich primär durch Ernährung mit Zooplankton. In Chile und Argentinien wurde ein Plerocercoidbefall bisher jedoch nur in Salmoniden nachgewiesen. Diese Ergebnisse bestätigen auch SZIDAT (1964) und NEGhme u.a. (1951 a und b), die in Material beider Länder von *Aplocheilichthys zebra*, *A. teniatus*, *Galaxias maculatus* (*G. alpinus*), *Percichthys trucha*, *Percilia* sp. und *Basilichthys microlepidotus* keinen *Diphyllbothrium*-befall fanden. Erstaunlich, daß selbst die Vielzahl selbst untersuchter Exemplare von *Basilichthys australis* aus dem Lago Calafquén, in dem die Forellen stark infiziert sind, nicht befallen war, obwohl er im See reiner Zooplanktonfresser ist. Es scheint eine gewisse Resistenz gegen diesen Parasiten vorzuliegen.

Wie jedoch die Infektion der Salmoniden erfolgt, läßt sich nicht mit Sicherheit in dieser Untersuchung abklären. Der Zusammenhang mit dem Fischanteil am Mageninhalt ist auffallend (Tab. 5/03, Tab. 5/05), jedoch kann es sich auch um eine Scheinkorrelation handeln: die Forellen gelangen erst ab einer gewissen Größe in die Seen, wo sie die Möglichkeit der Infektion haben, da nur hier mit Proceroiden infiziertes Zooplankton existiert. Gleichzeitig und eher unabhängig davon beginnen die Forellen, andere Fische zu fressen. Gegen diese Theorie spricht der Prozentsatz des Zooplanktons im Mageninhalt, der mit dem Parasitenbefall in keiner Weise korreliert ist (Tab. 5/05). Zwar können einzelne Zooplankter bei der Mageninhaltsanalyse leicht übersehen werden, jedoch fressen auch Forellen der ersten Größenklasse (0-5 cm), wenn sie in die Seen gelangen schon diese Organismen, Infektion mit Plerocercoiden müßten danach auch schon bei kleineren Exemplaren auftreten.

Liegt der dargestellten Korrelation von Fischanteil am Mageninhalt und Befall mit Bandwurmlarven jedoch eine echte Kausalität zugrunde, so erfüllen die verzehrten Fische eine "Überträgerfunktion". GRASSE (1961) erwähnt die Möglichkeit, daß Plerocercoiden eines Fisches durch Verzehr auf dessen Räuber übergehen können, der auf diese Art und Weise eine große Anzahl von Plerocercoiden ansammeln kann. Da jedoch bei anderen einheimischen Arten bisher noch nie trotz Bemühung verschiedener Untersucher Cestodenbefall registriert wurde, erscheint es wahrscheinlicher, daß die Beutefische der Forellen (z.B. *Galaxias maculatus/alpinus* Abb. 5/04, 5) mit Procercoiden infiziertes Zooplankton, das sie in ihrem Magen angesammelt haben, an ihre Räuber übertragen und sie so infizieren. Dieses schließt jedoch die Möglichkeit direkter Infektion durch das Zooplankton nicht aus.

Da in Fließgewässern kaum Fische im Mageninhalt auftauchen und in Bächen kein Zooplankton existiert, sind in diesen Biotopen die Forellen weniger befallen (Tab. 5/04) (NEGHME 1951 a und b). Dieser Effekt wird besonders deutlich bei *Salmo trutta*, während er bei der anderen Art durch deren geringere Standorttreue verwischt wird. Die niedrigere Infektionsrate von der europäischen Forelle (Tab. 5/03) kann somit durch ihre Präferenz zu den Fließgewässern gedeutet werden, wo keine Möglichkeit der Infektion existiert. Auch ist der Grund, daß der Befall erst ab ca. 25 cm Standardlänge einsetzt sicher teilweise darin zu sehen, daß die Forellen erst im Laufe ihres Lebens von den Bächen in die Seen absteigen, wo sie die Möglichkeit der Infektion haben. Das Fehlen der Plerocercoiden in der laguna del Maule und dem lago Conguillio kann daher auch durch das Fehlen der "Überträger" gedeutet werden, denn in beiden Seen wurde trotz intensiver Suche als einzige Fischart die Regenbogenforelle nachgewiesen.

Bei dem Transport der Plerocercoiden auf den Endwirt, wer das auch immer sei, ist wieder ein "Überträger" notwendig, da wohl außer dem Menschen (und dem Seelöwen im Unterlauf der Flüsse) kein Endwirt effektiv in der Lage sein wird, größere Salmoniden zu erbeuten. Diese Funktion erfüllt wohl der am stärksten unter

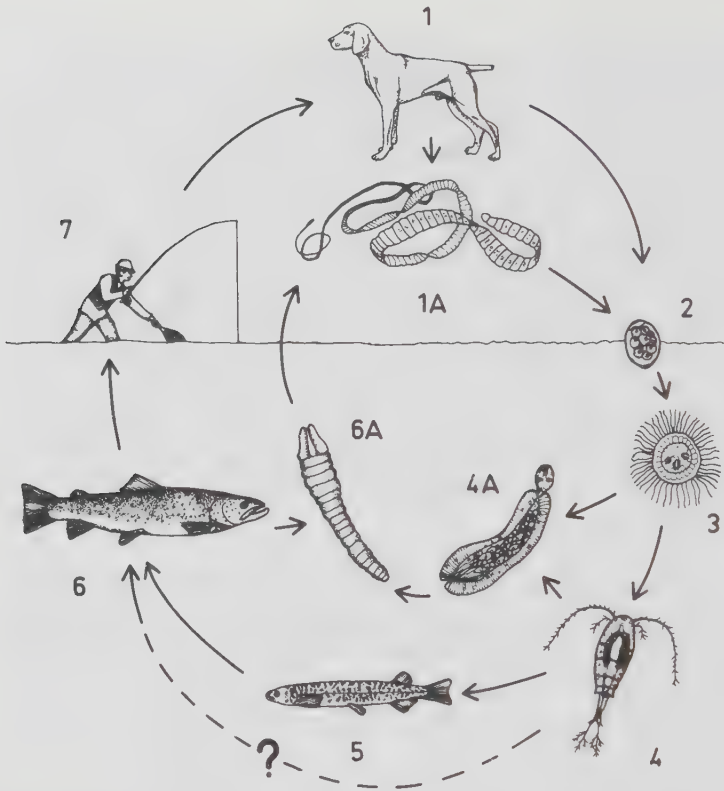


Abbildung 5/04:

Diphyllobothrium spec., Chile. Vermutlicher Entwicklungskreislauf.

1) Haustier als vermutlicher Endwirt, 1A) Adulter Cestode, 2) Ei, 3) Coracidium (Flimmerlarve), 4) Copepode als erster Zwischenwirt, mit 4A) Procercoideum, 5) Galaxiide als pelagischer, planktivorer Fisch dient vermutlich als Überträger an die piscivoren Salmoniden, 6) Forelle als zweiter Zwischenwirt mit 6A) Plerocercoid, 7) Sportangler wirft die infizierten Innereien achtlos weg und ermöglicht somit die Infektion der Haustiere.

dem Bandwurmbefall Leidende selbst: der Sportangler, der achtlos die Eingeweide mit Plerocercoiden ans Ufer wirft und sie somit Haus- und Wildtieren zum Fraß anbietet (Abb. 5/04, 7). Hier kann auch die einzige effektive Bekämpfung ansetzen: das Propagieren der Vernichtung der Eingeweide durch tiefes Vergraben,

Verbrennen oder ähnliche wirkungsvolle Methoden. Andere bereits vorgeschlagene Maßnahmen wie Kläranlagen, Antihelminthica für alle befallenen Haustiere usw. NEGHME u.a. 1951 sind bei der Größe und Infrastruktur des befallenen Gebietes unreal !

Die von NEGHME und BERTIN (1951) und N.N. (1951) angegebenen Infektionsraten liegen etwas niedriger bei ca. 50% in den Seen des Untersuchungsgebietes, als die hier vorgestellten Ergebnisse, deren Werte sich in etwa mit den jüngeren Arbeiten von RAMIREZ u.a. (1977) aus dem lago Colico, MARTENS u.a. (1977) aus dem lago Rupanco und TORRES (1978) aus dem lago Calafquén decken. Eine allmähliche Erhöhung der Befallsquote läßt sich mit Vorsicht daraus ableiten. Die in den 40-iger Jahren nach Chile gelangten Bandwürmer haben sich recht schnell im südchilenischen Seengebiet bis auf argentinische Seite ausgebreitet und sind heute vom lago Lanalhue bis lago Lanquihue anzutreffen. Der Befall scheint südlich bis zum lago Yelcho vorgedrungen zu sein (Sportangler mündliche Mitteilung) hat aber den lago General Carrera noch nicht erreicht (AGUILERA mündlich). Auch im lago Titicaca (Bolivien/Peru) kennt man dieses Problem noch nicht (eigene Beobachtung). Gelangen jedoch einmal Cestodeneier in diese Seen, so ist auch dort mit massiver Infektion zu rechnen; Salmoniden sind in diesen Gegenden eingebürgert. Vögel und besonders Möven als Endwirte hätten jedoch das Verbreitungsgebiet schon weiter ausgedehnt.

5.4. Weitere Parasiten und Krankheiten, Ergebnisse und Diskussion

In drei Fällen konnten bei *Salmo gairdnerii* parasitäre Nematoden im Magen-Darmtrakt nachgewiesen werden. Diese Parasiten wurden nicht näher bestimmt.

Eine im Meer harpunierte Regenbogenforelle aus Iquique trug an den Kiemen mehrere parasitierende Isopoden (Unterordnung: Flabellifera, Fam. Cymothoidae), die sonst für den "Jurel" (*Trachurus murphy*) typisch sind und dort Blut saugen.

Im lago General Carrera / Großer Süden Chiles wurden bei größeren Exemplaren von *Salmo trutta* (über 1 kg) häufiger trübe bis weisliche Augenlinsen und gelegentlich *Exophthalmus* diagnostiziert (AGUILERA/Coyhaique). In untersuchten Proben ließ sich jedoch weder in der Linse noch im Glaskörper der von chilenischen Fischereileuten vermutete Erreger *Diplostomum volvens* nachweisen. SZIDAT (1967) jedoch fand in argentinischen Großmöven als Darmparasiten die geschlechtsreifen Trematoden *Proalaria spathaceum*, das adulte Stadium von *D. volvens*. Jedoch stellt sich hier wieder die Frage nach der Begrenzung des Vorkommens, da die in Frage kommenden Möven ein weites Verbreitungsgebiet überdecken, derartige Beobachtungen erblindeter Forellen jedoch nur aus einem See stammen. Das mir zur Untersuchung überlassene Material war zahlenmäßig beschränkt und formalinfixiert, eine Diagnose war nicht mehr möglich. Jedoch ist zu erwähnen, daß es eine Anzahl weiterer Ursachen für die beschriebenen Symptome gibt: Sporozoen, Ciliaten (*Ichthyophthirius*) , Pilze (*Ichthyophonus*) usw..

In zwei Fällen fanden sich äußerlich an Regenbogenforellen angeheftet Larven von Wasserinsekten, die sonst auf Steinen in Fließgewässern gefunden werden: eine *Blephariceriden*larve und eine Wasserkäferlarve der Art *Tychepsephenus felix* (*Psephenidae*/*Coleoptera*). In beiden Fällen dürfte es sich bei dieser Art von Phoresie jedoch um Ausnahmen handeln.

Drei geschwächt oder halbtot gefundene Regenbogenforellenweibchen ließen als Ursache lediglich die Anstrengung durch das Laichgeschäft erkennen. Alle hatten frisch abgelaicht und trugen zum Teil Wunden am Schwanzstiel, die auf das Bereiten des "Nestes" für die Eier zurückgeführt werden.

Weitere Fleischwunden trugen 2 Regenbogenforellen, die anscheinend schon früher in den Untersuchungsnetzen gefangen waren, jedoch dann wieder befreit wurden. Einer von diesen Fischen war verpilzt (*Saprolegniaceen*).

In 5 Fällen unterblieb die Ausbildung einer Gonade ganz, in einem Fall nur teilweise. Die andere Gonade war dafür um so größer. In diesen Fällen handelte es sich um adulte Regenbogenforellen, deren Gonaden schon in der Entwicklung standen. Die reduzierte Keimdrüse hatte den Anschein juveniler Ausprägung: sie war sehr dünn, schlauchförmig, undifferenziert und weißlich.

Als weitere "Anomalie" unterblieb bei einem Fisch die Ausbildung einer Seitenlinie, während die andere voll entwickelt war. Als Knochenbaumißbildung traten verbogene Wirbelsäulen bei zwei Regenbogenforellen auf, in einem Fall verbunden mit Wirbelverwachsungen (s.u.). Eine Bauchflosse war gedoppelt, so daß der Fisch zwei rechte Pectoralflossen trug. Gelegentlich fehlende Maxillarknochen und ein Fall von schräg verwachsenem Maul werden durch ausgeheilte Verletzungen durch Sportangler oder Netze am besten erklärt.

In 6 Fällen wurde bei Wirbelzählungen die Verkürzung und Verwachsung einzelner Wirbel (3 - 6 Stück) diagnostiziert. Diese Osteosklerose trat in den Seen Ranco, Calafquén, Riñihue und Maule auf und ist bei 323 untersuchten Regenbogenforellen somit nicht häufig (1,86%). Es ist die gleiche Erscheinung wie bei WUNDER (1971, 1975 a, b, 1977) beschrieben, deren Ursache eventuell im Wasserchemismus (Fluor, Zink, Cadmium, Pesticide, zitiert nach WUNDER 1977) zu suchen ist. Derartig geringes Auftreten dieser Erscheinung in Chile berechtigt jedoch dort kein weiteres Suchen nach den Ursachen.

6. Stundenfangerfolg, Wachstum und Längen-Gewichtskorrelation

6.1. Einleitung

Die mit diesem Kapitel verbundenen Fragestellungen sollen die Grundlagen zur Praxis der Bewirtschaftung der Forellen herstellen. Die hier dargestellten Problemkreise zeigen interessante Verbindungen zu den Kapiteln über Fekundität und Ernährung. Diese hier wie auch schon in den entsprechenden Abschnitten ange-deuteten Vernetzungen der Einzelthemen werden dann im letzten Teil (Kap. 10.2.) ausdiskutiert.

Bisherige Untersuchungen, die in diesen Bereich fallen, gibt es in Chile nur bruchstückhaft (DEBUEN, 1959), aus dem Lago Titicaca liegen dazu Arbeiten von EVERETT (1971a, 1971b, 1973) vor, sonst muß vornehmlich Literatur aus anderen Kontinenten herangezogen werden. Methodische Probleme erlaubten keine ausführlichere Behandlung und Untersuchung der einzelnen Populationen, obwohl dieses sicherlich im Sinne der Arbeit gewesen wäre. Jedoch dürfte die vorliegende Darstellung auch so für das Verständnis der Situation der Forellenfischerei in Chile nicht unwesentlich sein.

6.2. Methoden

6.2.1. Abschätzung des Stundenfangerfolges mit der Angel

Zur Ermittlung des Stundenfangerfolges wurden die Angaben verschiedener Sportangler über aufgewandte Angelzeit und Erfolg (Anzahl der Forellen) notiert und ausgewertet. Oft ergab sich die Möglichkeit, bei Wettfischveranstaltungen aus der vorgeschriebenen Fangzeit, Anzahl der teilnehmenden Sportangler und erbeuteten Forellen die gewünschten Werte zu berechnen:

$$\text{Anzahl Forellen} \times \text{Angelstunde}^{-1} \times \text{Anzahl Fischer}^{-1}.$$

In der Auswertung berücksichtigte ich nicht die verwendeten Köder, Tageszeit, Wassertiefen, Anzahl der Angeln (oft gelangten vom Boot aus 2 Ruten pro Person zum Einsatz) und die Geschicklichkeit der Einzelpersonen usw. in der Hoffnung, daß die große Menge der befragten Angler insgesamt einen ausgleichenden Effekt hervorruft. Auch waren die angegebenen Fangzeiten oft

nicht sehr exakt. Bei Personen, die ohne Erfolg ausfuhren, bestand leicht die Möglichkeit, daß sie sich unbefragt entfernten. Wegen dieser Fülle von schwer abschätzbaren Faktoren können die gemachten Angaben nur als Schätzwerte verstanden werden, eine weitergehende statistische Aufarbeitung dieser Zahlenwerte muß daher unterbleiben.

6.2.2. Schuppenmethode

Zur Wachstumsrückberechnung entnahm ich unterhalb des Dorsalflossenansatzes kurz oberhalb der Seitenlinie mehrere Schuppen. Falls notwendig wurden diese vor der Vermessung über Nacht in ca. 10% H_2O_2 eingelegt und dann mit einem Pinsel gereinigt. Zwischen 5x5 cm Diagonalen gepreßt, bildete ich sie mit einem Projektionsmikroskop unter zweimaliger 90° Ablenkung auf einen Arbeitstisch ab. Die hierbei entstehende 62-fache Vergrößerung wurde bei der weiteren Berechnung berücksichtigt. Von jeweils drei "guten" Schuppen (keine Ersatzschuppen, keine deformierten oder verwachsenen etc.) pro Fisch maß ich in dem vergrößerten Bild den oralen Radius, ebenso die auf allen drei Schuppen erkennbaren Winterringe (jeweils das Ende der Zone enger Striae) auf einen mm genau. Die Rückberechnung erfolgte nach der Methode von DAHL-LEA zunächst für jede einzelne Schuppe:

$$l_n = \frac{s_n}{s} \cdot l$$

l_n = Fischlänge bei Bildung vom Winterring n

s_n = Radius des Winterringes n auf der Schuppe

s = Gesamtradius der Schuppe

l = Standardlänge des Fisches

Als Endergebnis galt das arithmetische Mittel der Einzelberechnungen.

6.2.3. Berechnung der Wachstumskurven

6.2.3.1. Die "spezifische Ringdichte"

Zur Berechnung der Wachstumskurven ging ich von folgender Voraussetzung aus: innerhalb einer Population gilt: je größer ein Fisch ist, desto älter ist er auch, und desto mehr Winterringe sollte

er angelegt haben. Die Anzahl der Ringe (n) ist also normalerweise gleich dem Alter in Jahren (t):

$$n = t$$

und dieses proportional einer Funktion f(l):

$$t \sim f(l)$$

Als Ausgangspunkt der Herleitung dieser Funktion f(l) diene die VON-BERTALLANFFY-Wachstumsformel:

$$l_t = L_{\infty} \cdot (1 - e^{-k(t - t_0)})$$

l_t = Länge zur Zeit t

L_{∞} = physiologisch mögliche mittlere Endlänge

k = Konstante (Wachstumsgeschwindigkeitsparameter)

t = Zeit (hier: 1, 2, 3, ..., n Jahre)

t_0 = "präinatales Alter"

(genaue Erklärungen siehe unten !)

Diese Gleichung nach t aufgelöst lautet:

$$t = t_0 - \frac{1}{k} \cdot \ln \left(1 - \frac{l_t}{L_{\infty}} \right)$$

t_0 als vernachlässigbar klein angenommen und daher gleich Null gesetzt, blieb unberücksichtigt

k als Konstante konnte wegfallen

l_t wurde durch die jeweilige aktuelle Standardlänge l_i ersetzt

L_{∞} wurde durch den aufgerundeten Wert des jeweils größten Fisches des Fanges in der untersuchten Population ersetzt.

So ergibt sich:

$$n = t \sim - \ln \left(1 - \frac{l_i}{L_{\infty}} \right)$$

Als Schätzwert für die "spezifische Ringdichte" (Anzahl der Winter-ringe pro "linearisierter" Länge = SRD) ergibt sich:

$$SRD \approx \frac{n}{- \ln \left(1 - \frac{l_i}{L_{\infty}} \right)}$$

Dieser Wert wurde für jeden Fisch der gerade untersuchten Population berechnet und sollte intern als Beurteilungskriterium dienen, ob alle Winterringe angelegt waren (hoher SRD-Wert) oder nicht (niedriger SRD-Wert).

Nach dem Auflisten der Standardlänge, Anzahl der Winterringe und der spezifischen Ringdichte für jeden untersuchten Fisch (aufsteigend geordnet nach dem letzten Parameter), legte ich zunächst willkürlich einen Bereich der SRD fest, aus dem alle Forellen, die dieses Kriterium erfüllen, zur Berechnung der Wachstumskurve beitragen.

Das errechnete Ergebnis wurde nach folgenden Kriterien geprüft:

1. Standardabweichungen der errechneten Jahresklassenmittelwerte sollten gering sein,
2. möglichst viele Einzelwerte sollten in die Berechnung der Jahresklassen eingehen,
3. es sollten möglichst viele Jahrgänge berechnet werden können,
4. die errechnete mittlere Endlänge (nach WALFORD 1946, siehe unten) sollte ähnlich der der größten gefangenen Fische sein (vorausgesetzt, daß nicht die Fangmethode, sondern das reale Wachstum die Längen im Fang nach oben begrenzt).

Der Bereich der spezifischen Ringdichte wurde durch Probieren korrigiert, bis das Ergebnis nach den oben angegebenen Beurteilungsmaßstäben zufriedenstellend erschien. Besonders Punkt 4 der Kriterien war dabei ausschlaggebend, wobei sich die Punkte 1 - 3 meist von selbst ergaben.

6.2.3.2. Walford - Plot

WALFORD (1946) und vor ihm schon FORD (1933) fanden heraus, daß man eine lineare Beziehung erhält, wenn man in einem Koordinatensystem die Längen aufeinanderfolgender Jahre gegeneinander aufträgt (d.h. L_{t+1} gegen L_t):

$$L_{t+1} = a + b \cdot L_t$$

a und b sind Konstanten.

Das bedeutet, daß die Längenzunahme in jedem Jahr ein konstanter Teil derjenigen des Vorjahres ist. Die so erhaltene Gerade liegt oberhalb der 45° Winkelhalbierenden ($y = x$). Dort, wo sie diese schneidet, liegt auf den Achsen der Wert L_{∞} , die physiologisch mögliche mittlere Endlänge (siehe Abb. 6/07 A). Sie kann graphisch, oder besser mathematisch, ermittelt werden:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - b}$$

6.2.3.3. Die VON-BERTALANFFY-Wachstumsformel

(BERTALANFFY, 1934, 1938) unterscheidet sich von den übrigen Wachstumsfunktionen (GOMPERTZ 1825, ROBERTSON 1923, PEARL und REED 1923, WEYMOUTH und MCMILLIN 1931, WINSOR 1932a, 1932b, BRODY 1945, KRÜGER 1965, SILLIMAN 1966, 1969, PARKER und LARKIN 1959, teilweise zitiert nach HOHENDORF 1966) durch die relative Einfachheit und fand in der Fischereibiologie weitgehend Eingang. Sie hat in der Schreibweise von BEVERTON und HOLT (1957) folgende Form:

$$L_t = L_{\infty} \cdot (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

L_t = Länge beim Alter t , abhängige Variable

L_{∞} = physiologisch mögliche mittlere Endlänge. Die Wachstumskurve nähert sich asymptotisch diesem Wert. Herleitung siehe unter Kap. 6.2.3.2.

k = Wachstumsgeschwindigkeitsparameter (Dimension: $\frac{1}{\text{Zeit}}$)
liegt zwischen 0 und 1. Je größer er ist, desto schneller nähert sich die Kurve dem Wert L_{∞} , d.h. sie ist stärker gekrümmt.

t = Alter (hier in Jahren: 1,2,3,...,n), unabhängige Variable

t_0 = "präinatales Alter", Beginn der Wachstumskurve, ist meist negativ und liegt vor der Geburt ($t = 0$). Bei $t = t_0$ ist $L_{t_0} = 0$. Biologische Deutung ist problematisch, besonders wenn der Wert positiv ist. In erster Linie ist es eine rechnerische Hilfsgröße zur optimalen Anpassung des Kurvenverlaufes an die empirischen Wachstumswerte.

Von den drei Parametern der Gleichung wurde die Berechnung des ersten schon dargestellt. Auch k läßt sich aus der Walford-Auftragung, und zwar aus der Steigung b der Regressionsgeraden, ermitteln:

$$e^{-k} = b$$

$$k = -\ln b$$

t_0 errechnet sich aus der Formel:

$$t_0 = \frac{1}{k} \cdot \ln \left(1 - \frac{l_1}{L_{\infty}} \right) + 1$$

l_1 = Wert der empirischen Wachstumskurve nach 1 Jahr.

Zur Herleitung der Formeln und weiterer Interpretation der Parameter sei außerdem auf folgende bisher nicht zitierte Literatur verwiesen: BEVERTON und HOLT (1959), HOHENDORF (1966), DICKIE (1971), BINGEL u.a. (1971), PAULY (1978). Mit dieser Wachstumsformel lassen sich die empirisch ermittelten Daten durch eine Gleichung beschreiben (siehe Abb. 6/07 B).

6.2.4. Die Längen - Gewichtskorrelation

kann im allgemeinen durch die Gleichung

$$\text{Gewicht} = a \cdot \text{Länge}^b$$

beschrieben werden, wobei a und b Konstanten sind. Umgeformt lautet sie:

$$\log (\text{Gewicht}) = \log a + b \cdot \log (\text{Länge})$$

Die Regressionsgerade in der doppeltlogarithmischen Auftragung beschreibt diesen Zusammenhang.

Vielfach wurde für die Länge ein Wert von 30 cm Standardlänge in die ermittelte Kurvengleichung eingesetzt und das Gewicht mit seinem 95% Vertrauensbereich ermittelt und angegeben. Dieser Wert beschreibt etwas deutlicher als die beiden Konstanten das Gewicht in Abhängigkeit von der Länge. 30 cm lange Forellen kommen in allen Seen auch bei geringem Wachstum vor, das zur Berechnung der obigen Gleichung benutzte Längenintervall schließt diesen Wert

fast immer mit ein.

Eine vereinfachte Rechnung, die auch von der obengenannten Längengewichtsbeziehung abgeleitet ist, in der b oft nahe bei 3 liegt, ist der Konditionsfaktor oder Korpulenzfaktor ($= K_b$), der für den Einzelfisch berechnet werden kann und ein Maß für dessen Ernährungszustand sein soll (Gewicht in Gramm, Standardlänge in cm):

$$K_3 = \frac{\text{Gewicht} \cdot 100}{\text{Länge}^3}$$

K_b soll möglichst ein längenunabhängiges Maß sein, um die Korpulenz verschieden großer Fische einer Art vergleichen zu können. Es empfiehlt sich daher, eventuell den Exponenten b der Länge (hier: 3) zu variieren und die Regression von K_b gegen die Länge zu testen, die möglichst nicht signifikant sein soll. So kann b der jeweiligen Fischform angepaßt werden. Für Forellen jedoch gilt: $b \approx 3$ (siehe auch: LECREN 1951, TESCH 1971, WEATHERLEY 1972).

Die meisten Rechnungen wurden mit dem Großrechner TR 440 des Rechenzentrums der Universität Konstanz mit eigenen Programmen durchgeführt. Außerdem gelangte der Tischrechner Wang 720 des Limnologischen Institutes Konstanz zum Einsatz.

6.3. Ergebnisse und Diskussion

6.3.1. Der Stundenfangerfolg mit der Angel

In der Tab. 6/01 sind die Ergebnisse des Stundenfangerfolges auf Forellen zusammengestellt. Wegen einiger Unsicherheitsfaktoren (siehe Kap. 6.2.1.) sind sie nur als Schätzwerte zu verstehen, die jedoch auch in dieser Form die großen Unterschiede zwischen einzelnen Seen charakterisieren. Die laguna del Maule und der lago Calafquén sind die Extrempunkte der Skala, die sich etwa um den Faktor 20 unterscheiden. Die Werte können als indirektes Maß für die Populationsdichte gedeutet werden und sind aus theoretischen Überlegungen direkt zu ihr proportional. Aus methodischen Gründen konnte sie nicht direkt gemessen werden,

was nur durch aufwendige Fang- und Wiederfangmethoden hätte durchgeführt werden können.

Außerdem sind beide untersuchte Arten zusammengefaßt. In den Seen Maule, Conguillio und Calafquén wurden nur Regenbogenforellen geangelt, in den restlichen drei (Panguipulli, Riñihue und Ranco) bis zu 20% auch die europäische Forelle. Eine Trennung der Werte beider Arten erschien nicht sinnvoll, da

- die Regenbogenforelle den weitaus größten Teil ausmacht,
- es sich nur um Schätzwerte handelt, denen eine gewisse Fehlerbreite eingeräumt werden muß,
- in den folgenden Diskussionen (Kap. 8. und 10.2.) beide Arten gemeinsam betrachtet werden.

Eine weitergehende statistische Auswertung des Stundenfangerfolges mußte unterbleiben, da es sich nicht um objektive Meßwerte handelt, sondern aus Abschätzungen gewonnen wurde. Gleichzeitig wurde in Tab. 6/01 das Durchschnittsgewicht der geangeltten Forellen angeführt, welches mit zunehmenden Stundenfangerfolg abnimmt, eine Erscheinung, die auch ALLEN u.a. (1957) aus neuseeländischen Gewässern beschreiben, und die aus dem Zusammenhang zwischen Populationsdichte und verfügbarer Nahrungsmenge pro Fisch verständlich wird (Kap. 7.3.2.6.). Auf die Ursachen und Folgen unterschiedlicher Populationsdichten soll dann zusammenfassend in Kap. 10.2.1. eingegangen werden.

Tabelle 6/01:

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Chile. Stundenfangerfolg (Anzahl Forellen pro Angelstunde, Schätzwert) und Durchschnittsgewicht der geangeltten Forellen in verschiedenen Seen.

See	Stundenfangerfolg	Durchschnittsgewicht	Standardabweichung	Anzahl Forellen	Forellengewicht pro Angelstunde
	(n/h)	$\bar{x}$ (g)	s	n	(kg/h)
Maule	3.3	308	92	74	1.0
Conguillio	2.5	593	128	55	1.5
Calafquén	0.2	2 339	1 699	88	0.4
Panguipulli	0.8	1 236	900	36	1.1
Riñihue	1.0	930	1 075	97	1.0
Ranco	0.7	2 102	1 471	243	1.4

6.3.2. Das Wachstum im Jahresverlauf

Die Winterringe entstehen durch jahreszeitlich unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeit, jedoch kontinuierliches Anlegen der "striae" (= Skleridien), so daß diese zu Zeiten langsamen Wachstums (meist Winter) enger, unter besseren Bedingungen aber weiter auseinanderliegen. Die Faktoren, die diese jahreszyklischen Unterschiede bedingen, sind:

Wassertemperatur

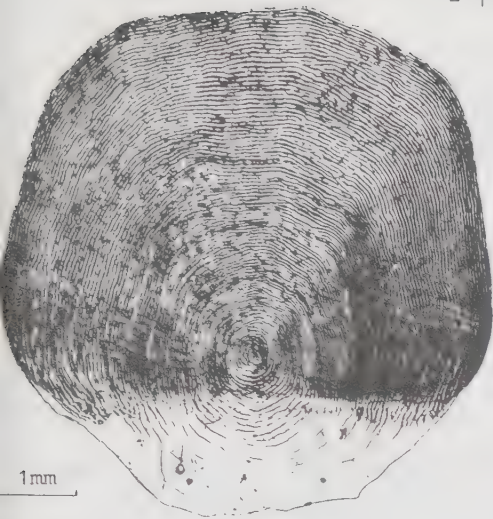
Nahrungsangebot

Nahrungsaufnahme

NÜMANN u.a. (1943) vermuten weitere endogene Faktoren.

Bei vielen Schuppen der Regenbogenforelle, besonders aus den großen Andenflußseen, waren Wachstumsringe oft nur sehr schwer bis gar nicht erkennbar (Abb. 6/01). Meist fand sich im Zentrum jedoch eine Zone enger, mit Winterringen versehener Striae, von der ich vermute, daß sie aus der Aufenthaltszeit im Fließgewässer stammt. Bei Material jedoch aus den Seen der Hochkordillere (laguna del Maule, lago Conguillio, Abb. 6/02) und bei *S. trutta* auch in den Andenflußseen (Abb. 6/03) sind auf der gesamten Schuppe deutliche und sichere Wachstumsringe auszumachen.

Im lago Calafquén schwankten die Oberflächentemperaturen zwischen 9,2 und 21,1⁰ C (Abb. 6/04 A). Wie es scheint, weichen die Forellen allzu hohen Temperaturen aus, indem sie in die Tiefe abwandern (Kap. 4.3.) und sich somit in einem relativ temperaturkonstanten Milieu bewegen. In den Hochkordilleren jedoch sind die Temperaturschwankungen größer. Das Nahrungsangebot ist bei den sich im lago Calafquén hauptsächlich von Fisch (Kap. 7.) ernährenden Forellen das ganze Jahr über relativ konstant. Je mehr die Nahrung jedoch von der "Basis der Nahrungspyramide" stammt, desto stärker unterliegt sie jahreszeitlichen (oder noch kürzerfristigen) Abundanzschwankungen. Abgesehen von den planktonfiltrierenden Fischen, wie z.B. *Basilichthys australis*, dürfte sich dieses aber auch bei Forellenpopulationen überbesetzter Seen, die wegen intraspezifischen Druckes auch auf andere Nahrungsquellen ausweichen müssen (siehe Kap. 7.3.2.6.), u.U. bemerkbar machen. Zwischenringe dürften sich aus diesen Gründen bei Forellen kaum oder nur in Einzelfällen und dann aus anderen Gründen (z.B. Krankheiten) bilden. Im lago Calafquén bleibt somit nur der Energieaufwand



← Abbildung 6/01:
Salmo gairdnerii, lago
Calafquén (Nr. 1891).
62.8 cm Standardlänge,
4 975 g.

Abbildung 6/02: —→
Salmo gairdnerii, lago
Conguillio (Nr. 501).
36.1 cm Standardlänge,
450 g.



← Abbildung 6/03:
Salmo trutta, lago
Calafquén (Nr. 2016).
66.2 cm Standardlänge,
5 350 g.

für die Entwicklung der Geschlechtsprodukte (siehe Kap. 9.3.) als Faktor der Wachstumseinschränkung im Winter. Die Tatsache, daß Winterringe in den unterbevölkerten Andenflußseen nicht oder nur schwach angelegt werden, was auch BURNS (1972) in Chile, PLAZA (1950) in Argentinien und LESEL u.a. (1972) auf den südpazifischen Kerguelen feststellten ist so zu deuten.

Die Tatsache, daß *Salmo trutta* deutlichere Winterringe auch in den Seen zeigt, in denen sie bei *S. gairdnerii* oft fehlen, kann hier nicht endgültig geklärt werden. Folgende Gründe können dabei jedoch eine Rolle spielen:

1. frühere Laichzeit, in der die Laichgewässer noch kälter sind,
2. geringere Wachstumsgeschwindigkeit, die sie eventuell anfälliger gegen Umweltschwankungen macht,
3. Vermeidung der Nahrungskonkurrenz mit der Regenbogenforelle durch Ausweichen auf Benthosnahrung, die möglicherweise stärkeren Biomasseschwankungen unterworfen ist.

In Abb. 6/04 A bis D sind für die Regenbogenforellen des lago Calafquén wachstumsbeeinflussende Faktoren zusammengestellt. Im November, wenn fast alle Fische abgelaicht haben, (Abb. 6/04 B), kehren sie aus den kälteren Laichflüssen in den See zurück und finden dort eine Temperatur von 14°C vor (Abb. 6/04 A), die etwa in der Nähe ihres Optimums liegt (ELSTER, 1968). Sie beginnen wieder mit der Nahrungsaufnahme, der Prozentsatz leerer Mägen hat hier sein Minimum von 16% (Abb. 6/04 C, auch Kap. 7.3.1.). Daher zeigt auch das aus der Längen-Gewichtskorrelation (Kap. 6.3.6.) errechnete Gewicht einer 30 cm Forelle (Standardlänge) im Frühjahr ein Minimum (der Wert des Monats November muß als Ausreißer gewertet werden, siehe unten). Von da an nimmt sie wieder zu (Abb. 6/04 D, als Trend angedeutet).

Das Wachstum setzt ca. im November (Oktober - Dezember) neu ein. In dieser Zeit schlüpft auch ein Großteil der Jungfische, so daß auch in dieser Zeit jeweils ein Lebensjahr der Forellen vollendet wird. Auch bei der Vermessung der Schuppen konnte bestätigt werden, daß bei vielen Forellen ab Dezember / Januar eine Verbreiterung der Striae nach einer Zone enger Ringe erkennbar war. Wie man aus den Ergebnissen von NICHOLS (1957) ablesen kann, setzt ebenso bei den Regenbogenforellen in Tasmanien

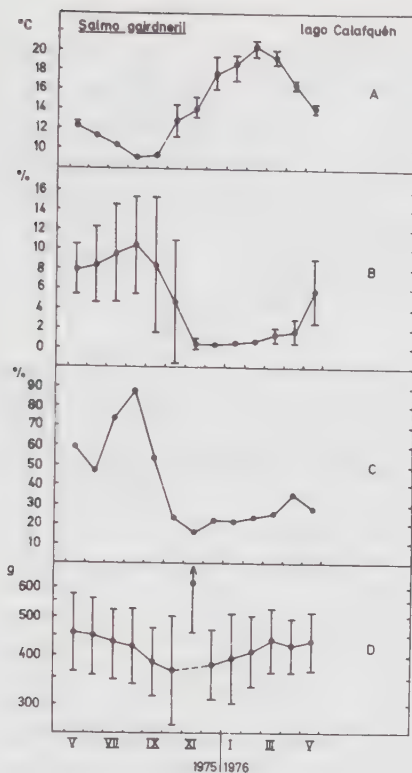


Abbildung 6/04:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén, isla Millahuapi. Faktoren, die das Wachstum im Jahresverlauf (Monate auf der x-Achse) bestimmen.

- A. Temperaturen der Seeoberfläche zum Zeitpunkt der monatlichen Fischerei. Mittelwerte, Maxima und Minima (Kap. 4.3.2.).
- B. Prozentualer Anteil des Gonadengewichts von Männchen und Weibchen am Gesamtfischgewicht. Angabe der Standardabweichung. Siehe auch Kap. 9.3.1..
- C. Prozentualer Anteil leerer Mägen an der Gesamtzahl untersuchter Mägen (siehe auch Kap. 7.3.1.).
- D. Gewicht einer 30 cm großen Forelle errechnet aus den Gleichungen der Längen-Gewichtskorrelation (Kap. 6.3.6.). Angegeben ist der 95%-Vertrauensbereich, die Auftragung ist logarithmisch.

das Wachstum im November wieder ein. Auch NÜMANN u.a. (1943) geben für die Regenbogenforelle eine späte Anlage des "Winter-ringes" an, der erst im Juni abgeschlossen ist (Daten aus Nord-italien). Der Übergang vom Winterring zur Zone breiter Striae bei NÜMANN, der ja für die Rückberechnung wesentlich ist, deckt sich somit mit den hier vorgelegten Beobachtungen, wenn man eine jahreszeitliche Verschiebung von 6 Monaten für die Südhalbkugel annimmt.

6.3.3. Beziehung zwischen Fischlänge und Schuppenradius

Die Beziehungen zwischen Standardlänge und oralem Schuppenradius (wobei letzterer Wert für jeden Fisch das arithmetische Mittel aus drei Einzelmessungen ist), sind in Abb. 6/05 und 6/06 dargestellt. Die Regressionsgeraden lauten für

$$\text{Salmo trutta: } y = -0.070 + 0.0568 \cdot x, \quad r = 0.978, \quad n = 206$$

$$\text{S.gairdnerii: } y = 0.068 + 0.0547 \cdot x, \quad r = 0.938, \quad n = 1218$$

Die Steigungen beider Regressionsgeraden sind nur auf dem 90% Niveau unterschieden. Wegen der großen Anzahl an Wertepaaren enthält Abb. 6/06 Klassenmittel von 2,5 cm breiten Längenintervallen mit den jeweiligen arithmetischen Mitteln und Standardabweichungen der darein fallenden y-Werte. Der 95%-Vertrauensbereich des Schnittpunktes beider Kurven mit der y-Achse schließt den Nullpunkt mit ein. Zwar sind die Schuppen erst ab ca. 4 cm Standardlänge nachweisbar (bei einigen kleineren Fischen wurden sie mit den hier angewandten Methoden nicht gefunden), dann jedoch weisen sie schon einen durchaus meßbaren Radius auf, woraus man schließen kann, daß sie auch bei kleineren Fischen angelegt, jedoch erst später durch Kalkeinlagerung nachweisbar werden. SCHINDOWSKI und TESCH (1957) meinen, daß die Schuppen erst ab einer gewissen Länge des Tieres gebildet werden, SMITH (1955) gibt diese Länge mit ca. 3,5 cm an und findet bis 4,5 cm ein völlig anderes Schuppenwachstum im Vergleich zur Körperlänge als oberhalb des Wertes. Diese Erscheinung jedoch kann auch mit der erst in diesem Alter einsetzenden Kalkeinlagerung in die Schuppe gedeutet werden, außerdem ist diese Erscheinung ohne Bedeutung für die Rückberechnung selbst.

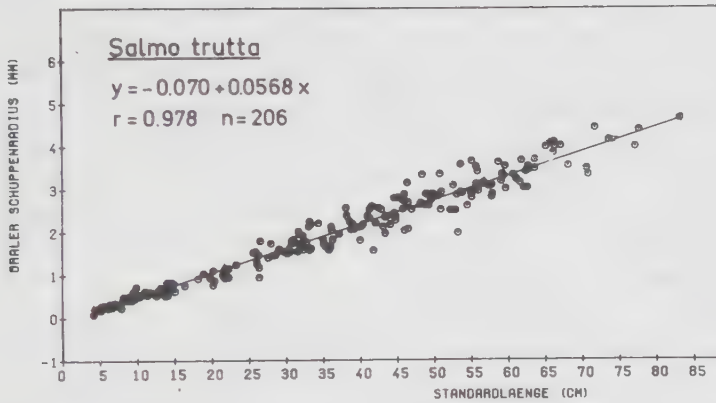


Abbildung 6/05:

Salmo trutta, Chile. Beziehung zwischen oralem Schuppenradius (y-Achse, in mm) und Standardlänge (x-Achse, in cm).

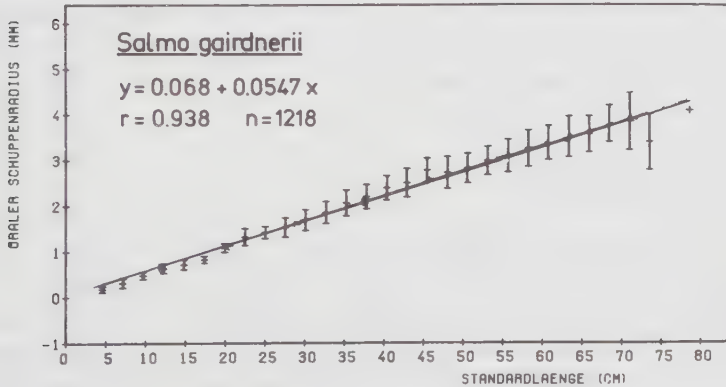


Abbildung 6/06:

Salmo gairdnerii, Chile. Beziehung zwischen oralem Schuppenradius (y-Achse, in mm) und Standardlänge (x-Achse, in cm). Wegen der großen Anzahl von Einzelwerten mußten Längeklassen von 2,5 cm Breite gebildet werden, deren arithmetische Mittel und Standardabweichungen eingetragen wurden.

Die Kurven können hinreichend genau durch Regressionsgeraden beschrieben werden. Zwar deutet sich bei der Darstellung von *S. gairdnerii* (Abb. 6/06) an, daß eine leicht nach oben durchgebogene Kurve die Beziehung eventuell besser charakterisieren würde. Jedoch rechtfertigt die dadurch entstehende Komplizierung besonders der Rückberechnung den Mehraufwand nicht. Die einfache Proportionalität nach DAHL-LEA, die eine lineare und durch den Nullpunkt gehende Beziehung zwischen Fischlänge und Schuppenradius voraussetzt, wird aufgrund der guten Regressionsgeraden als hinreichend genau akzeptiert.

KIPLING (1962, für *S. trutta*) und SMITH (1955, für *S. gairdnerii* kamloops, *S. gairdnerii* und *S. clarki*) beschreiben die hier diskutierte Beziehung doppeltlogarithmisch, SCHINDOWSKI und TESCH (1957, für *S. trutta*) mit einem Polynom 2. Grades. Jedoch räumen viele Autoren ein (SMITH 1955, teilweise KIPPLING 1962, NICHOLLS, 1957, DAHL 1910, LEE 1912 und LINDROTH 1960, die drei letzten zitierten nach KIPPLING 1962), daß bei Forellen und *S. salar* die direkte Proportionalität in der Praxis gerechtfertigt sei und über ein Mindestmaß von ca. 5 cm das Wachstum isometrisch erfolgt. Daß bei anderen Fischarten diese Beziehung anders sein kann, bleibt hierfür außer Betracht.

6.3.4. Wachstumskurven

Die Werte der Wachstumskurven wurden in Tab. 6/02 für *S. gairdnerii* und Tab. 6/03 für *S. trutta* außerdem exemplarisch für den lago Conguillio in Abb. 6/07 A und B dargestellt. Bei oft recht zahlreichem Material ließen sich die Werte bei der Regenbogenforelle meist gesichert berechnen und bei der Ermittlung der Wachstumsparameter nach WALFORD (1946) für die VON-BERTALLANFFY-Formel gute Übereinstimmung der erreichten Endlänge (L_{∞}) mit den größten gefangenen Fischen erhalten. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß die Werte den realen Verhältnissen entsprechen. Für die europäische Forelle liegen die Bedingungen nicht so gut, in nur 3 Fällen konnten die Wachstumsparameter akzeptabel, davon nur für den lago Ranco mit befriedigendem Ergebnis berechnet werden.

Tabelle 6/02:

Salmo gairdnerii, Chile. Wachstum in verschiedenen Seen, ermittelt durch Rückberechnung aus dem Schuppenbild. Zu den errechneten Mittelwerten in Spalte 2 sind Standardabweichungen (3) und Anzahl der verwendeten Werte (4) angegeben. Die angepassten Mittelwerte (5) stammen aus der VON-BERTALANFFY-Wachstumsformel, die Wachstumsparameter L_{∞} , k , t_0 (6) aus dem WALFORD-Plot (angegeben wie die Überschrift in der Reihenfolge von oben nach unten). Zum Vergleich der L_{∞} -Werte Angabe des größten gefangenen Fisches (Standardlänge).

1	2	3	4	5	6	7
Alter	errechnete Mittelwerte	Standard-abweichung	Anzahl Werte	angepasste Mittelwerte	L_{∞} k t_0	größte Forelle
a	$\bar{x}(\text{cm})$	s	n	$\bar{X}(\text{cm})$	(cm, a^{-1}, a)	(cm)
<u>lago del Maule</u>						
1	8.7	4.1	58	8.7		
2	21.1	3.4	54	21.5	36.9	36.7
3	29.5	2.5	22	28.6	0.61	
4	32.2	2.2	4	32.4	0.56	
<u>lago Conguillio</u>						
1	8.7	2.1	116	8.7		
2	24.6	4.8	116	24.4		
3	32.5	3.2	103	32.5		
4	35.9	2.3	42	36.7	41.1	42.3
5	38.4	1.5	11	38.8	0.66	
6	40.4	2.8	2	39.9	0.64	
<u>lago Calafquén¹⁾</u>						
1	12.7	3.1	346	12.7		
2	33.1	9.8	226	34.1		
3	48.9	7.5	125	47.2	67.7	80.0
4	54.7	6.3	26	55.2	0.49	
5	59.5	3.8	5	60.1	0.58	
<u>lago Panguipulli</u>						
1	13.3	4.3	21	13.3		
2	29.2	6.8	21	29.6	52.4	50.2
3	39.8	4.1	15	39.1	0.54	
4	44.5	4.2	5	44.6	0.46	
<u>lago Riñihue</u>						
1	10.7	3.9	32	10.7		
2	25.4	8.1	23	24.8	51.8	53.9
3	32.8	6.7	10	34.1	0.42	
4	40.4	0.8	3	40.1	0.45	

Tabelle 6/02 (Fortsetzung):

1	2	3	4	5	6	7
Alter	errechnete Mittelwerte	Standard- abweichung	Anzahl Werte	angepaßte Mittelwerte	L_{∞} k t_0	größte Forelle
a	$\bar{x}(\text{cm})$	s	n	$\bar{X}(\text{cm})$	(cm, a^{-1}, a)	(cm)
<u>lago Ranco</u>						
1	14.2	5.1	113	14.2		
2	31.1	9.1	113	32.2		
3	45.1	7.4	95	43.8		
4	51.7	5.9	50	51.2		
5	56.0	5.9	15	56.0	64.6	68.0
6	58.7	3.9	6	59.0	0.44	
7	60.9	3.8	2	61.0	0.44	

lago Llanquihue²⁾

1	10.7	2.9	48	10.7		
2	34.2	11.7	44	34.2	85.9	71.0
3	50.3	6.6	20	50.3	0.37	
4	(63.3)	2.7	3)	61.4	0.65	

1): L_{∞} -Wert des lago Calafquén unterschätzt.

2): L_{∞} -Wert des lago Llanquihue überschätzt, Daten des 4. Jahrganges nicht in die Berechnungen der von-Bertalanffy-Formel mit einbezogen.

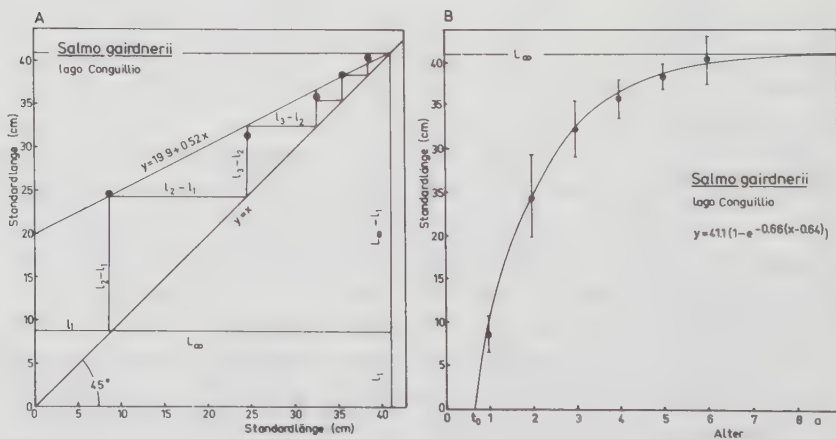


Abbildung 6/07:

Salmo gairdnerii, lago Conguillio. Beispiele für die Errechnung der Wachstumskurven.

A. WALFORD-Plot (siehe Kap. 6.2.3.2.)

B. VON-BERTALLANFFY-Wachstumsformel (siehe Kap. 6.2.3.3.)

Tabelle 6/03:

Salmo trutta, Chile. Wachstum in verschiedenen Seen. Weitere Erläuterungen siehe in der Überschrift der Tabelle 6/02.

1	2	3	4	5	6	7
Alter	errechnete Mittelwerte	Standard- abweichung	Anzahl Werte	angepaßte Mittelwerte	L_{∞} k t_0	größte Forelle
a	$\bar{x}$ (cm)	s	n	$\bar{X}$ (cm)	(cm, a^{-1} , a)	(cm)
<u>rio Lingue</u>						
1	11.3	3.7	6	11.3	51.7	40.9
2	21.6	6.6	5	21.6	0.29	
3	29.2	9.1	2	29.2	0.16	
<u>lago Rinihue</u>						
1	11.9	4.5	11	11.9		
2	29.7	17.6	5	27.6	259.3	70.7
3	34.8	19.8	3	42.4	0.07	
4	56.5	10.1	3	56.2	0.29	
<u>lago Panquipulli</u>						
1	14.4	4.7	10	14.4		
2	31.0	13.2	9	37.7		
3	57.0	7.0	4	49.3	60.8	66.0
4	54.4	-	1	55.1	0.70	
5	57.8	-	1	57.9	0.61	
<u>rio Valdivia</u>						
1	11.2	2.7	6	11.2		
2	24.2	17.7	3	29.9		
3	37.9	20.8	3	45.2		
4	66.1	-	1	57.9	116.8	77.0
5	72.8	-	1	68.3	0.19	
6	77.0	-	1	76.9	0.48	
<u>lago Calafquén</u>						
1	13.8	4.4	5	-		
2	17.6	5.2	2	-	-	66.2
3	26.2	8.0	2	-	-	
4	47.2	7.5	2	-	-	
<u>lago Ranco</u>						
1	13.2	5.4	47	13.2		
2	26.6	7.9	47	26.8		
3	37.5	8.1	36	37.8		
4	47.4	6.8	20	46.8	85.1	83.0
5	54.2	7.2	11	54.0	0.21	
6	59.8	5.6	3	59.9	0.19	
<u>lago Llanquihue</u>						
1	14.3	4.1	15	14.3		
2	30.7	10.2	13	32.7	231.6	71.6
3	51.4	8.7	4	49.6	0.09	
4	65.1	3.5	2	65.1	0.28	

Die errechnete Endlänge für *S. gairdnerii* des lago Calafquén liegt sicherlich zu tief: bei der mit abundantem Zahlenmaterial belegten Wachstumskurve, die die Berechnung von 5 Jahresklassen zuließ, liegt die errechnete Endlänge bei 67,74 cm. Es wurden jedoch noch 6 Fische allein zwischen 70 und 74 cm, einer sogar mit 80 cm Standardlänge gefangen. Der Grund für diese Diskrepanz dürfte darin liegen, daß die Vorwüchser keine Winterringe anlegen und daher von der Rückberechnung ausgeschlossen werden müssen, während die Langsamwachsenden, die die Winterringe anlegen, die Verhältnisse nicht befriedigend beschreiben. Die Endlänge der Regenbogenforelle im lago Llanquihue wurde sicherlich als zu hoch angegeben. Schließt man die nur durch drei Werte belegte 4. Jahresklasse mit in die Berechnung mit ein, so ergibt sich eine Endlänge von 97,0 cm ($k = 0.31$, $t_0 = 0.63$). Etwas realistischer wird das Bild unter Ausschluß dieser Altersgruppe (siehe Tab. 6/02). Je weniger Jahrgänge jedoch zur weiteren Berechnung herangezogen werden, desto größer sind die Fehlermöglichkeiten und unsicherer die errechneten Wachstumsparameter.

Der Wert t_0 stellt die "präinatale Zeit" dar (siehe Kap. 6.2.3.3.) und sollte also negativ sein. Er ist es jedoch in fast keinem der hier aufgezeigten Fälle. Die Beschreibung der Wachstumskurven durch die hier angewandten mathematischen Modelle setzt ein kontinuierliches Abnehmen der Wachstumsgeschwindigkeit voraus. Bei Forellen, die in Fließgewässern ablaichen und deren Jungfische meist zumindest das erste Lebensjahr dort verbringen, ist in dieser Zeit das Wachstum langsamer (Zone enger Striae auf den Schuppen). Erst bei Eintritt in den See erleben sie anfangs durch Änderung der Umweltbedingungen eine Erhöhung der Wachstumsgeschwindigkeit, die dann jedoch wieder kontinuierlich abnimmt. PECHLANER (1966) beschreibt ein ähnliches Phänomen für *S. trutta* im Vorderen Finstertaler See. Der reale Kurvenverlauf dürfte daher bei den Forellen mit Biotopwechsel eher sigmoid sein. In die Berechnung von t_0 geht das Mittel des ersten Jahrganges ein. Ist es des langsameren Wachstums im Fließgewässer wegen niedrig, so wird t_0 in den positiven Bereich hinein verschoben. In den hier aufgezeigten Fällen hat dieser Wert also keinen realen Bezug, sondern ist nur als Korrekturglied der VON-BERTALLANFFY-Gleichung zu verstehen (siehe Kap. 6.2.3.3.)

Zu fast allen Mittelwerten der 2. Jahresklasse gehört eine größere Standardabweichung als zu den übrigen. Auch dieses Phänomen läßt sich mit der oben erwähnten Wanderung der Jungfische vom Fließgewässer in den See, die wohl meist im 2. Jahr stattfindet, erklären. Bei Anlage des zweiten Winterringes werden viele Fische schon unter den optimalen Bedingungen im See die Wachstumsgeschwindigkeit erhöht haben, während andere, die in den Fließgewässern verweilen, noch geringes Wachstum aufweisen. In späteren Jahren erfolgt anscheinend wieder eine Angleichung, die Standardabweichungen werden geringer.

Regenbogenforellen der laguna del Maule zeigen die geringste Endlänge, die des lago Calafquén bzw. des lago Llanquihue die größte. Dieses steht in enger Beziehung zu dem Stundenfangerfolg bzw. der Populationsdichte (siehe Kap. 6.3.1. und Tab. 6/01). Dicht besiedelte Seen haben nur langsamwachsende Populationen, unterbevölkerte dagegen schnellwüchsige (siehe auch Abb. 10/01).

In den Tabellen 6/04 und 6/05 sind einige Literaturvergleichswerte von Wachstumskurven beider Arten angegeben, für die die Längenangaben zuerst nach den in Tab. 3/01 angegebenen Formeln auf Standardlängen umgerechnet und dann die Wachstumsparameter berechnet wurden. Wachstumswerte von Regenbogenforellen aus chilenischen Andenfußseen, besonders von der pelagisch lebenden "Seeforem" (siehe Kap. 4.3.3., 3.3.3., Abb. 6/09, Kap. 7.3.2.) liegen teilweise sehr hoch und scheinen mit denen des lago Titicaca (EVERETT 1973) zu den besten der Welt zu gehören.

Interessant ist der Vergleich der Werte der laguna del Maule von 1958 (DEBUEN, 1959) und den hier vorgestellten Daten von 1975. Abgesehen von dem unrealistischen L_{∞} - und k-Wert bei DEBUEN, die wohl auf zu geringes Datenmaterial zurückzuführen sind (28 Forellen), wird deutlich, daß früher das Wachstum besser gewesen sein muß. Auch ein alter Sportfischeralmanach (FERROCARRILES DEL ESTADO, 1951, 1962 und HAIG-BROWN 1954) beweisen mit Fotos, daß es große Forellen beider Arten bis 10,6 kg gab, DEBUEN fing 1958 noch eine Forelle mit 53 cm Totallänge. Nach dem Bau eines Staudammes ca. 1953, der die freie Zu- und Abwanderungsmöglichkeit überzähliger Forellen behinderte, setzte die Überbevölkerung (Kap. 6.3.1.) des Sees durch geringe Befischungsintensität ein, die im Laufe der Zeit zu einer immer stärkeren Verlangsamung des Wachstums führte (siehe auch Kap. 10.2.).

Tabelle 6/04:

Salmo gairdnerii. Vergleichswerte des Wachstums aus der Literatur. Die von den Autoren angegebenen Längenwerte wurden mit den in Tabelle 3/01 angegebenen Formeln zuerst in Standardlängen umgerechnet (Spalte 3). Die angepassten Mittelwerte (4) stammen aus der von-Bertalanffy-Wachstumsformel, die Wachstumsparameter (5 - 7) aus dem Walford-Plot.

1	2	3	4	5	6	7
Ort Autor	Jahr	errechnete Mittelwerte	angepasste Mittelwerte	L_{∞}	k	t_0
	(a)	$\bar{x}$ (cm)	$\bar{X}$ (cm)	(cm)	(a ⁻¹)	(a)
<u>laguna del Maule</u>	1	11.8	11.8			
(DEBUEN 1959) Chile	2	26.6	26.6			
	3	39.9	39.9	146.4	0.12	0.28
<u>lago Titicaca</u>	1	6.5	6.5			
Bolivien/Peru	2	35.5	34.4			
(EVERETT 1973)	3	49.1	50.2			
	4	57.3	59.1			
	5	63.4	64.1			
	6	68.1	67.0	70.7	0.57	0.83
<u>West Galatin River</u>	1	7.3	7.3			
Montana / USA	2	16.2	16.7			
(PURKETT 1951)	3	25.3	24.8			
	4	31.9	31.8			
	5	37.9	37.9	77.7	0.14	0.31
<u>Snake River</u>	1	11.1	11.1			
Idahoe / USA	2	22.6	23.2			
(IRVING + CUPLIN	3	30.4	31.9			
1956)	4	40.6	38.1			
	5	42.4	42.5	53.6	0.34	0.31
<u>Upper Salmon Lake</u>	1	14.1	14.1			
Sierra County/USA	2	18.0	17.9			
(BOLES+BORGESON 65)	3	20.6	20.7			
	4	22.9	22.9	28.8	0.30	-1.22
<u>Missouri River</u>	1	6.8	6.8			
Montana / USA	2	17.3	16.9			
(KATHREIN 1951)	3	24.4	24.5			
	4	29.7	30.3			
	5	35.0	34.7			
	6	36.6	38.0			
	7	40.8	40.5	48.3	0.28	0.45
<u>Mildred Lake</u>	1	7.7	7.7			
Mono County / USA	2	12.4	12.6			
(REIMERS u.a.1955)	3	16.8	16.7			
	4	20.4	20.3			
	5	23.3	23.3	40.1	0.16	-0.33

Tabelle 6/04 (Fortsetzung):

1	2	3	4	5	6	7
Ort	Jahr	errechnete Mittelwerte	angepaßte Mittelwerte	L_{∞}	k	t_0
	(a)	$\bar{x}$ (cm)	$\bar{X}$ (cm)	(cm)	(a^{-1})	(a)
Snag Lake, Lassen	1	14.1	14.1			
National Park	2	22.4	22.7			
(EVEREST 1965)	3	28.7	30.8			
	4	40.0	38.4			
	5	45.6	45.5	149.1	0.07	-0.49
Estibère, Pyrenäen	1	6.4	6.4			
Frankreich	2	11.5	11.5			
	3	15.8	16.0			
(ELLIOTT 1973)	4	20.6	20.6	143.6	0.04	-0.25

Für nur eine geringe Anzahl der zitierten und nicht speziell für diesen Zweck ausgesuchten Wachstumskurven (Tabellen 6/04 und 6/05) läßt sich ein sinnvoller Wert für die erreichbare Endlänge (L_{∞}) errechnen. Wir hatten diesem Parameter eine Kontrollfunktion für die Zuverlässigkeit der gesamten Wachstumskurve beigegeben. Liegt trotz großer Anzahl an Jahresklassen die höchste angegebene Länge noch weit unter dem L_{∞} -Wert, so muß Zweifel an den Ergebnissen gehegt werden. Es ist anzunehmen, daß Obergrenzen der Endlänge L_{∞} und des Wachstumsgeschwindigkeitsparameters k aus physiologischen Gründen nicht überschritten werden können. Gewisse Minimalwerte dieser Größen werden wohl in der Natur normalerweise auch nicht unterschritten, da sonst durch die extremen Umweltbedingungen die Grenzen der Verbreitung erreicht sein dürften. Liegen die Werte außerhalb der Bereiche, so kann das folgende Ursachen haben:

1. methodische Fehler beim Aufstellen der Wachstumskurve,
2. ungenügende Anzahl an Jahresklassen zur Berechnung der Parameter (vielfache Fehlermöglichkeit),
3. für die Population nicht repräsentative Einzelergebnisse verallgemeinert,
4. starke Wachstumsgeschwindigkeitsänderungen in der Onthogenese (meist verbunden mit Punkt 2).

Werte für die Untergrenzen der erreichbaren Standardlängen in Binnengewässern werden bei ca. 25 cm oder eventuell noch

Tabelle 6/05:

Salmo trutta. Vergleichswerte des Wachstums aus der Literatur.
 Weitere Erläuterungen siehe in der Überschrift der Tabelle 6/04.

1	2	3	4	5	6	7
Ort Autor	Jahr errechnete Mittelwerte	angepaßte Mittelwerte	L_{∞}	k	t_0	
	(a)	$\bar{x}$ (cm)	$\bar{X}$ (cm)	(cm)	(a ⁻¹)	(a)
<u>Convict Lake</u>	1	8.4	8.4			
Mono County / USA (PEIMERS u.a.1955)	2	18.6	19.5			
	3	27.6	29.0			
	4	33.0	37.1			
	5	44.1	44.1			
	6	54.3	50.1			
	7	55.2	55.2	86.1	0.15	0.33
<u>Logan River</u>	1	10.0	-			
Utah / USA (SIGLER 1951)	2	17.2	-			
	3	24.2	-			
	4	30.1	-	Die Wachstumsparame- ter sind nicht zu berechnen.		
	5	38.8	-			
<u>Lyn Tegid</u>	1	8.4	8.4			
England (BALL + JONES 1960)	2	14.2	14.6			
	3	20.1	19.9			
	4	24.7	24.5			
	5	28.4	28.4	53.3	0.15	-0.16
<u>Haweswater</u>	1	4.8	4.8			
Lake District England (SWYNNERTON u.a.39)	2	10.3	10.6			
	3	14.8	14.8			
	4	18.3	17.8			
	5	19.8	20.0			
	6	21.5	21.5	25.7	0.32	0.36
<u>Three Dubs Tarn</u>	1	7.9	7.9			
Lake District England (FROST + SMYLY 52)	2	16.8	16.3			
	3	20.2	20.8			
	4	22.5	23.2			
	5	24.2	24.4			
	6	25.6	25.1	25.9	0.63	0.43
<u>Windermere</u>	1	5.3	5.3			
England (ALLEN 1938)	2	12.7	12.7			
	3	19.9	19.7			
	4	26.5	26.4			
	5	33.3	32.9			
	6	37.9	39.0			
	7	44.9	44.9	170.5	0.05	0.31
<u>Vistula, Ostsee / Polen</u> (CHYZAN 1959) ¹⁾				142.0	0.17	-1.69
<u>Farver Au, Ostsee / BRD</u> (GELHAAR 1972) ¹⁾				119.0	0.11	-2.14
<u>Rantzau, Ostsee / BRD</u> (GELHAAR 1972) ¹⁾				84.0	0.26	-0.92

Tabelle 6/05 (Fortsetzung):

1	2	3	4	5	6	7
Ort	Jahr	errechnete Mittelwerte	angepaßte Mittelwerte	L_{∞}	k	t_0
	(a)	$\bar{x}$ (cm)	$\bar{X}$ (cm)	(cm)	(a ⁻¹)	(a)
<u>Nera</u>	1	6.9	6.9			
	2	10.5	10.5			
Italien	3	13.4	13.2			
(NÜMANN 1964)	4	15.5	16.0			
	5	18.2	18.5			
	6	20.8	20.8	44.7	0.09	-0.83
<u>Aniene</u>	1	4.9	4.9			
	2	11.9	11.8			
Italien	3	15.9	16.1			
(NÜMANN 1964)	4	18.8	18.7			
	5	20.2	20.3			
	6	21.4	21.4	23.0	0.48	0.50
<u>Ciotta bei Fiume</u>	1	4.6	4.6			
	2	10.8	11.5			
Italien	3	17.0	16.2			
(NÜMANN 1964)	4	19.5	19.3			
	5	21.3	21.4			
	6	22.8	22.9	25.8	0.39	0.50

1) zitiert aus PAULY (1978), Angaben wahrscheinlich in Totallänge.

niedriger liegen, können jedoch nach meinen Erfahrungen nicht näher geschätzt werden. Für die Obergrenzen sind wohl

80 cm für die Regenbogenforelle

90 cm für die europäische Forelle

realistisch. Als Maß für die Wachstumsgeschwindigkeit (k-Wert) dürfte

0.7 bis 0.25 für *Salmo gairdnerii*

0.7 bis 0.15 für *S. trutta*

die (letztgenannte Art im Schnitt niedriger) angenommen werden. In Einzelfällen oder von Einzelexemplaren können diese Werte durchaus überschritten werden. Die vielfach positiven "pränatalen" Zeitangaben auch bei den Vergleichswerten offenbaren wohl eine generelle Schwierigkeit, die hier benutzten mathematischen Erklärungen auf Forellen anzuwenden.

6.3.5. Der Konditionsfaktor

Der Konditionsfaktor K_3 (verschieden von k der BERTALLANFFY-Formel !) sollte ein längenunabhängiges Maß für die Korpulenz der Fische sein. K_3 wurde daher gegen die Längen aufgetragen, um zu prüfen, ob eine Korrelation vorliegt. Für alle Regenbogenforellen ($n = 1\,472$) dieser Untersuchung über 10 cm Standardlänge ergibt sich:

$$K_3 = 1.269 + 0.0064 \cdot \text{Standardlänge} \quad r = 0.367$$

$$K_3 = 1.004 + 0.0051 \cdot \text{Gabellänge} \quad r = 0.385$$

$$K_3 = 0.829 + 0.0049 \cdot \text{Totallänge} \quad r = 0.419$$

Für alle europäischen Forellen ($n = 249$) über 10 cm gilt:

$$K_3 = 1.428 + 0.0014 \cdot \text{Standardlänge} \quad r = 0.098$$

$$K_3 = 1.099 + 0.0018 \cdot \text{Gabellänge} \quad r = 0.174$$

$$K_3 = 0.925 + 0.0023 \cdot \text{Totallänge} \quad r = 0.243$$

Regressions- und Korrelationskoeffizient der Beziehung zwischen Konditionsfaktor und Standardlänge bei *S. trutta* sind, wie gefordert, nicht von Null verschieden ($\alpha = 0.05$). Jedoch ist in den übrigen Fällen die Änderung von K_3 mit der Größe relativ gering, so daß der Konditionsfaktor meist in der üblichen Form (siehe Kap. 6.2.4.) verwandt wurde.

Die oben aufgeführten Beziehungen wurden für *S. gairdnerii* im lago Calafquén, der hier als Modellsee näheren Untersuchungen diene, gesondert getestet und lauten: ($n = 547$):

$$K_3 = 1.361 + 0.0076 \cdot \text{Standardlänge} \quad r = 0.529$$

$$K_3 = 1.091 + 0.0058 \cdot \text{Gabellänge} \quad r = 0.541$$

$$K_3 = 0.893 + 0.0058 \cdot \text{Totallänge} \quad r = 0.599$$

Auch hier sind alle Steigungen und Korrelationskoeffizienten auf dem 95%-Niveau signifikant. Um den Verlauf des Konditionsfaktors im Jahresverlauf zu untersuchen, gelangte außerdem eine veränderte Berechnung dieses Faktors zur Anwendung, damit er

Tabelle 6/06:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Konditionsfaktoren von Mai 1975 bis Mai 1976, Monatsmittel und Standardabweichungen. Die beiden angegebenen Faktoren wurden auf verschiedene Methoden errechnet: Konditionsfaktor K_3 mit einem Exponenten der Länge von 3, Faktor $K_{3.17}$ mit einem Exponenten von 3.17 (siehe dazu Kapitel 6.2.4. und Text). Verwendet wurden nur Fische mit über 15 cm Standardlänge.

Monat	Anzahl Forellen	Konditionsfaktor K_3 Mittelwert	Standard- abweichung	Konditionsfaktor $K_{3.17}$ Mittelwert	Standard- abweichung
	n	$\bar{x}_3$	s_3	$\bar{x}_{3.17}$	$s_{3.17}$
Mai 1975	37	1.85	0.21	0.95	0.10
Jun 1975	54	1.90	0.25	0.97	0.11
Jul 1975	54	1.84	0.16	0.92	0.08
Aug 1975	51	1.80	0.20	0.90	0.09
Sep 1975	41	1.63	0.19	0.84	0.10
Okt 1975	31	1.74	0.22	0.89	0.11
Nov 1975	43	1.84	0.17	0.93	0.09
Dez 1975	27	1.72	0.21	0.88	0.09
Jan 1976	34	1.62	0.24	0.84	0.11
Feb 1976	53	1.64	0.23	0.87	0.10
Mär 1976	20	1.64	0.16	0.90	0.08
Apr 1976	35	1.56	0.12	0.87	0.09
Mai 1976	45	1.61	0.14	0.89	0.08
Summe	534				

wirklich längenunabhängig ist:

$$K_{3.17} = \frac{\text{Gewicht} \cdot 100}{\text{Standardlänge}^{3.17}}$$

Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tab. 6/06 dargestellt. Es ergeben sich zwischen beiden Rechenarten keine wesentlichen Unterschiede im Jahresverlauf. Genauso wie die in Tab. 6/07 aufgeführten Ergebnisse beider Arten der Andenflußseen ist der Jahresverlauf auf den ersten Blick durchaus unklar und kaum mit Gonadengewicht oder Magenfüllung (siehe Abb. 6/04 B, C) korreliert. Es scheint sich eventuell ein kombinierter Einfluß beider Faktoren

Tabelle 6/07:

Salmo trutta und S. gairdnerii, Südchile (Villarica bis Pto. Montt). Konditionsfaktoren im Jahresverlauf, Mittelwerte und Standardabweichungen. Verwendet wurden nur Fische mit über 15 cm Standardlänge aus dem Zeitraum von April 1974 bis Juni 1976.

Monat	Salmo trutta			Salmo gairdnerii		
	Konditionsfaktor K_3			Konditionsfaktor K_3		
	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Werte	Mittelwert	Standardabweichung	Anzahl Werte
	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n
Jan	1.72	0.56	3	1.55	0.27	41
Feb	1.39	0.31	20	1.45	0.24	129
Mär	1.76	0.53	3	1.55	0.19	44
Apr	1.64	0.29	2	1.56	0.13	42
Mai	1.61	0.16	2	1.69	0.24	94
Jun	1.56	0.27	20	1.79	0.28	97
Jul	1.53	0.27	33	1.67	0.23	184
Aug	1.53	0.22	16	1.60	0.23	197
Sep	1.48	0.33	12	1.58	0.19	100
Okt	1.43	0.29	55	1.43	0.28	128
Nov	1.42	0.30	16	1.71	0.24	69
Dez	-	-	0	1.72	0.21	27
Summe			182			1 152

anzudeuten: im Winter (Mai-Oktober) bestimmen die Gonadengewichte die (hohen) Konditionsfaktoren, im Sommer richtet er sich wohl hauptsächlich nach der Magenfüllung. Bei den im Vergleich zu den Mittelwertsunterschieden großen Standardabweichungen läßt sich jedoch keine gesicherte Aussage machen.

Beim Vergleich beider Arten mit den Konditionsfaktoren schneidet Salmo trutta etwas schlechter ab als S. gairdnerii (alle Fundorte, Fische über 5 cm Standardlänge):

	Salmo trutta	Salmo gairdnerii
Mittelwert	1.4858	1.5548
Standardabweichung	0.2741	0.2803
Anzahl der Werte	254	1462

Die Mittelwerte können auf dem 99.9%-Niveau noch unterschieden werden. Der Grund dafür dürfte in der vorherrschenden Lebensweise (europäische Forelle: Fließgewässer, Regenbogenforelle: See, Kap. 2.3.) zu sehen sein, wobei erstere Art mehr Bewegungsenergie im ständigen Anschwimmen gegen die Strömung braucht. Stehende Gewässer sind im Schnitt wärmer und erlauben auch von daher *Salmo gairdnerii* besseres Wachstum, obwohl dabei auch der Metabolismus ansteigt. Wegen der verschiedenartigen Herkunft des Gesamtmaterials dieses Vergleichs können nur diese pauschalen und vereinfachten Begründungen angeführt werden, die im Detail diskutierbar sind.

Die Konditionsfaktoren (K_3) von *S. gairdnerii* verschiedener Lokalitäten wurden in Tab. 6/08 zusammengestellt (dazugehörige t-Test-Matrix: Tab. 6/09). Die Regenbogenforellen der laguna del Maule haben den geringsten Konditionsfaktor von nur 1.09, die des lago Calafquén den höchsten von 1.73. Dieses wird auch schon im Gelände selbst überdeutlich: zwei Extrembeispiele aus den beiden Seen mögen das verdeutlichen (Abb. 6/08 und 6/09). Die Anzahl der Werte ist im allgemeinen recht groß, die Standardabweichungen gering, daher sind viele, auch kleine Unterschiede hochsignifikant verschieden (Tab. 6/09).

Die auch großen Mittelwertsunterschiede bei *S. trutta* (Tab. 6/10) sind wegen der geringeren Anzahl an Beobachtungen nicht so gut statistisch abzusichern (Tab. 6/11).

Der Konditionsfaktor (Mittelwert verschiedener Seen) von *S. gairdnerii* ist mit der Endlänge (L_∞) aus Tab. 6/02 korreliert. Diese Beziehung läßt sich durch die Gleichung:

$$K_3 = 0.956 + 0.0090 \cdot L_\infty \quad r = 0.766 \quad n = 7$$

beschreiben (siehe auch Abb. 6/10). Bedenkt man die geringe Anzahl der Wertepaare, die manchmal nicht repräsentativ über den Jahresverlauf verteilte Datenerhebung, die Fehleinschätzung der L_∞ -Werte aus dem lago Calafquén und dem lago Llanquihue, so ist das Ergebnis erstaunlich gut. Auch hier läßt sich wieder folgern, daß letztlich die Populationsdichte (Kap. 6.3.1.) der

Tabelle 6/08:

Salmo gairdnerii, Chile. Vergleich der Konditionsfaktoren aus verschiedenen Seen. Mindestgröße der Forellen: 10.0 cm Standardlänge, verwendet wurde Material aus den Seen und deren Zuflüssen.

See	Arithmetisches Mittel	Standardabweichung	Anzahl Forellen
	$\bar{x}$	s	n
Maule	1.10	0.18	74
Conguillio	1.41	0.15	173
Calafquén	1.73	0.22	535
Panguipulli	1.47	0.20	49
Riñihue	1.48	0.21	81
Ranco	1.50	0.25	267
Llanquihue	1.60	0.21	127

Tabelle 6/09:

t-Test Matrix zu Tabelle 6/08. Die angegebenen Werte bezeichnen die Wahrscheinlichkeit, mit der die Mittelwerte der Tabelle 6/08 verschieden sind. Getestet wurden folgende Signifikanzniveaus: <50, 50, 80, 90, 95, 98, 99, 99.9, 99.99.

See	Maule	Conguillio	Calafquén	Panguipulli	Riñihue	Ranco	Llanquihue
Maule	-						
Conguillio	99.99	-					
Calafquén	99.99	99.99	-				
Panguipulli	99.99	90	99.99	-			
Riñihue	99.99	99	99.99	<50	-		
Ranco	99.99	99.99	99.99	50	50	-	
Llanquihue	99.99	99.99	99.99	99.9	99.9	99.9	-



Nr. 692

10 cm

Abbildung 6/08:

Salmo gairdnerii, laguna del Maule. Beispiel für die benthisch lebende, intensiv gefärbte Kümmerform (Beschreibung der Färbung in Kap. 3.3.3.). 31,5 cm Standardlänge, 201 Gramm, Konditionsfaktor: 0.64. Zeichnung nach einem Foto.



Nr. 1276

10 cm

Abbildung 6/09:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Beispiel für die pelagisch lebende, schwach pigmentierte und gut ernährte "Seeforellenform" (Beschreibung der Färbung in Kap. 3.3.3.). 54,0 cm Standardlänge, 3 300 Gramm, Konditionsfaktor: 2.10. Zeichnung nach einer Originalfotographie.

Tabelle 6/ 10:

Salmo trutta, Chile. Vergleich der Konditionsfaktoren von verschiedenen Fundorten. Mindestgröße der Forellen: 10 cm Standardlänge.

Ort	arithmetisches Mittel	Standard- abweichung	Anzahl Forellen
	$\bar{x}$	s	n
rio Lingue	1.40	0.13	15
Calafquén	1.90	0.28	5
Panguipulli	1.54	0.26	34
Rin̄ihue	1.49	0.32	24
rio Valdivia	1.32	0.17	9
Ranco	1.49	0.32	71
Llanquihue	1.49	0.30	20
Aisén	1.78	0.16	7
rio Baguales	1.38	0.09	11

Tabelle 6/11:

t-Test Matrix zu Tabelle 6/10. Die angegebenen Werte bezeichnen die Wahrscheinlichkeit in %, mit der sich die Mittelwerte unterscheiden. Getestet werden folgende Signifikanzniveaus: < 50, 50, 80, 90, 95, 98, 99, 99.9, 99.99.

	Lingue	Calaf- quén	Pangui- pulli	Rin̄i- hue	Valdi- via	Ranco	Llanqui- hue	Aisén
Calaf- quén	95	-						
Pangui- pulli	99	99	-					
Rin̄ihue	50	99	< 50	-				
Valdivia	50	98	99.9	80	-			
Ranco	50	99	50	< 50	80	-		
Llanqui- hue	80	99	< 50	< 50	80	< 50	-	
Aisén	99.99	50	95	99	99.99	99	99	-
Baguales	< 50	98	99	80	< 50	80	80	99.99

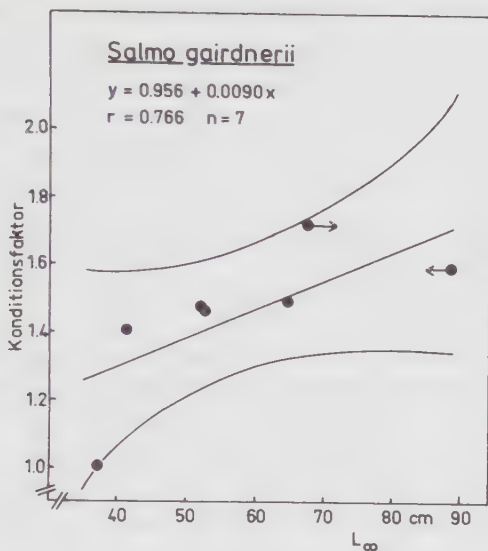


Abbildung 6/10:

Beziehung zwischen der physiologisch möglichen mittleren Endlänge (x-Achse) und dem Konditionsfaktor (y-Achse). Eingetragen sind die Mittelwerte aus 7 verschiedenen Seen (Maule, Conguillio, Calafquén, Panguipulli, Riñihue, Ranco und Llanquihue). Die Pfeile an zwei der dargestellten Punkte bezeichnen die nicht korrekt geschätzten Werte des lago Calafquén und des lago Llanquihue. (siehe Kap. 6.3.4.)

bestimmende Faktor ist. Diese Beziehung, die augenscheinlich existiert, wurde jedoch nicht quantifiziert, da es sich bei dem Stundenfangerfolg in der Tab. 6/01 um Schätzwerte handelt.

Keine Korrelation (auf dem 95%-Niveau) jedoch besteht zwischen dem Konditionsfaktor K_3 und dem Wachstumsgeschwindigkeitsparameter k . Zur weiteren Diskussion über die vielfältigen Beziehungen zwischen Wachstumsparametern, Konditionsfaktoren, Fekundität und Nahrungszusammensetzung wird auf das Kap. 10.2.1. verwiesen.

Von verschiedener Seite wurde Zweifel an der Brauchbarkeit des Konditionsfaktors geäußert (siehe GUNKEL 1978).

Dieses beruht aber darauf, daß er oft überstrapaziert und überinterpretiert wurde (SCHÄPERCLAUS, 1961). Aber in dieser Arbeit erwies er sich als effektiver Parameter zur Darstellung der "Korpuhlenz" der Forellen. Wichtig ist jedoch vor seiner Benutzung besonders, wenn man Fische aus einem größeren Längenintervall vergleichen will, die Abklärung der Frage, ob und wenn ja wie stark er mit der Länge korreliert ist. Die Darstellung der Änderung des Konditionsfaktors mit der Fischgröße, wie bei HOAR (1939) für *Salmo salar*, ist insofern natürlich sinnlos, denn K sollte ja gerade von der Länge unabhängig sein. Für Forellen gilt, wie oben gezeigt, der Exponent 3 für die Länge in cm, wobei auch geringfügige Korrelationen mit der Größe kaum die Ergebnisse beeinflussen, bleibt man in einem begrenzten Längenbereich. Für Fische mit abweichenden Körperformen, z.B. ein Extremfall Aale, wird man den Exponenten entsprechend verändern müssen, was auch heute durch die Benutzung elektronischer Rechner kaum Schwierigkeiten bereiten dürfte (siehe auch TESCH 1971, LECREN 1951).

6.3.6. Längen - Gewichtskorrelation

Für *Salmo gairdnerii* des lago Calafquén wurde die doppelt-logarithmische Längen-Gewichtsbeziehung von Mai 1975 bis Mai 1976 für jeden Monat gesondert berechnet und die Ergebnisse in Tab. 6/12 zusammengestellt. Die Werte für November 1975 fallen heraus, da in diesem Monat ausschließlich große Fische (Abb. 4/03) zur Untersuchung gelangten. Sie wurden als Ausreißer behandelt. Sonst zeigen die Werte für den Schnittpunkt mit der y-Achse einen gegenläufigen Verlauf zu Exponenten des x-Wertes. Ein besseres Bild von der Bedeutung der in Tab. 6/12 angegebenen mathematischen Beziehungen erhält man durch Einsetzen eines bestimmten x-Wertes (hier: 30 cm Standardlänge) und die Errechnung des entsprechenden y-Wertes (Gewicht in Gramm). Der Trend dieser Kurve zeigt ein Minimum im Oktober (oder November ?) zum Ende der Laichzeit, die Forellen ihre Geschlechtsprodukte abgegeben haben, um dann mit der verbesserten Ernährungssituation zum Sommer wieder anzusteigen (Abb. 6/04 D).

Der Vergleich (lineare Regression) der Werte des jahreszeitlichen Verlaufs des Konditionsfaktors (K_3) mit den nach der Längen-Gewichtsbeziehung errechneten Gewichten einer 30 cm Forelle ergibt keinen signifikanten (95%) Zusammenhang. Die Variation beider Parameter im Jahresverlauf ist auch sehr gering.

Tabelle 6/12:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Gleichungen der Längen-Gewichtskorrelation im Jahresverlauf von Mai 1975 bis Mai 1976: y-Achse = Gewicht in g, x-Achse = Standardlänge in cm. Aus der angegebenen Gleichung errechnet sich das Gewicht einer Forelle mit 30 cm Standardlänge, zu dessen Logarithmus Werte für den 95 %-Vertrauensbereich angegeben wurden: $\log_{10}(\text{Gewicht}) \pm \text{Wert} = 95 \% \text{ V.B.}$ (dargestellt in Abbildung 6/04 D).

Monat	Gleichung	Korrelationskoeffizient	Anzahl Forellen	Gewicht 30 cm Forelle	Wert für 95 % V.B.
	x: (cm), y: (g)	r	n	(g)	$\log_{10}(\text{g})$
Mai 1975	$y = 0.0095 \cdot x^{3.167}$	0.994	37	455	0.099
Jun 1975	$y = 0.0072 \cdot x^{3.242}$	0.994	54	446	0.097
Jul 1975	$y = 0.0075 \cdot x^{3.219}$	0.985	54	425	0.088
Aug 1975	$y = 0.0076 \cdot x^{3.213}$	0.990	51	421	0.097
Sep 1975	$y = 0.0060 \cdot x^{3.251}$	0.995	41	383	0.088
Okt 1975	$y = 0.0033 \cdot x^{3.418}$	0.967	31	364	0.142
Nov 1975	$y = 0.0798 \cdot x^{2.631}$	0.903	43	613	0.131
Dez 1975	$y = 0.0034 \cdot x^{3.415}$	0.992	27	376	0.090
Jan 1976	$y = 0.0059 \cdot x^{3.263}$	0.992	34	391	0.114
Feb 1976	$y = 0.0061 \cdot x^{3.265}$	0.996	53	407	0.092
Mär 1976	$y = 0.0103 \cdot x^{3.131}$	0.995	20	435	0.084
Apr 1976	$y = 0.0139 \cdot x^{3.033}$	0.993	35	421	0.068
Mai 1976	$y = 0.0129 \cdot x^{3.064}$	0.996	45	431	0.075

Vergleicht man die Längen-Gewichtsbeziehung beider untersuchter Arten aller Fundorte und ohne Größenbeschränkung, so gilt für *Salmo trutta*:

$$y = 0.0112 \cdot x^{3.074} \quad r = 0.999 \quad n = 353$$

und für *S. gairdnerii*:

$$y = 0.0999 \cdot x^{3.116} \quad r = 0.998 \quad n = 1650$$

Die 95%-Vertrauensbereiche sowohl für den Abschnitt auf der y-Achse als auch für die Exponenten der Länge (x) überlappen sich

nicht. Nach den eben beschriebenen Beziehungen hätte eine 30 cm große europäische Forelle 394 g ($\log(\text{Gewicht}) \pm 95\% \text{ Vertrauensbereich} = 2.595 \pm 0.150$), eine Regenbogenforelle dieser Größe wäre unbedeutend schwerer: 400 g (2.602 ± 0.160). Diese Ergebnisse sind tendenziell gleichlautend mit denen der Konditionsfaktoren (Kap. 6.3.5.), es gelten dafür die gleichen Deutungsmöglichkeiten.

Für die schon mit dem Konditionsfaktor (K_3) verglichenen Fundorte wurden ebenfalls bei beiden Arten die Längen-Gewichtskorrelation und Regression berechnet und das theoretische Gewicht einer 30 cm Forelle ermittelt (Tab. 6/13 und 6/15). Für *Salmo gairdnerii* ist eine Vielzahl der Steigungen in der doppeltlogarithmischen Auftragung deutlich von den anderen unterschieden (Tab. 6/14), während dies für *S. trutta* auf dem 95%-Niveau von den 36 möglichen Vergleichen nur 4 sind (Panguipulli-Calafquén, Panguipulli-Rinihue, Rinihue-Ranco, Ranco-Aysén). Die Beziehung (lineare Regression) des Konditionsfaktors (K_3 , Mittelwerte der Fundorte, Tab. 6/08, = x) zu dem aus der Längengewichtsbeziehung errechneten Gewicht einer 30 cm Forelle (Tab. 6/13, = y) lautet für *Salmo gairdnerii*:

$$y = - 3.575 + 270.0 \cdot x \quad r = 0.869 \quad n = 7$$

und für *S. trutta*:

$$y = - 125.27 + 351.0 \cdot x \quad r = 0.949 \quad n = 9$$

Die Steigungen beider Geraden unterscheiden sich nicht (95%).

Für die Regenbogenforelle zeigt das Gewicht einer 30 cm Forelle (= y) folgende Beziehung zu der mittleren Endlänge ($L_{\infty} = x$, Abb. 6/11, Mittelwerte aus 7 verschiedenen Seen):

$$y = 211 + 317 \cdot x \quad r = 0.884 \quad n = 7$$

wobei der Korrelationskoeffizient (95% Vertrauensbereich: 0.391 - 0.983) höher ist als derjenige der Beziehung zwischen Konditionsfaktor (K_3) und Endlänge ($r = 0.766$, Vertrauensbereich: 0.030 - 0.963).

Tabelle 6/13:

Salmo gairdnerii, Chile. Gleichungen der Längen-Gewichts-Korrelation von verschiedenen Fundorten. Mindeststandardlänge: 5.0 cm, verwendet wurde Material aus Seen und deren Zuflüssen. y = Gewicht (g), x = Standardlänge (cm). Aus der angegebenen Gleichung errechnet sich das Gewicht einer Forelle mit 30 cm Standardlänge (Spalte 5). Mit dem Wert in Spalte 6 ermittelt man den 95 %-Vertrauensbereich vom Logarithmus dieses Gewichts: $\log_{10}(\text{Gewicht}) \pm \text{Wert} = 95\% \text{ V.B.}$

See	Gleichung	Korrelationskoeffizient	Anzahl Forellen	Gewicht 30 cm Forelle	Wert für 95 % V.B.
		r	n	(g)	$\log_{10}(g)$
Maule	$y = 0.113 * x^{2.311}$	0.895	74	293	0.129
Conguillio	$y = 0.010 * x^{3.110}$	0.996	177	373	0.103
Calafquén	$y = 0.010 * x^{3.140}$	0.997	549	438	0.097
Panguipulli	$y = 0.015 * x^{2.995}$	0.998	57	391	0.127
Riñihue	$y = 0.018 * x^{2.945}$	0.997	93	396	0.132
Ranco	$y = 0.009 * x^{3.133}$	0.975	267	372	0.148
Llanquihue	$y = 0.037 * x^{2.789}$	0.970	127	489	0.117

Tabelle 6/14:

Vergleich der Steigungen der linearisierten Längen-Gewichts-Beziehungen (= Exponenten der Standardlänge x in der doppelt logarithmischen Form) der Tabelle 6/13. Die angegebenen Werte bezeichnen die Wahrscheinlichkeit, mit der die Steigungen voneinander verschieden sind. Getestet wurden folgende Signifikanzniveaus: <50, 50, 80, 90, 95, 98, 99, 99.9, 99.99.

See	Maule	Conguillio	Calafquén	Panguipulli	Riñihue	Ranco	Llanquihue
Conguillio	99.99	-					
Calafquén	99.99	80	-				
Panguipulli	99.99	99.9	99.99	-			
Riñihue	99.99	99.99	99.99	<50	-		
Ranco	99.99	<50	<50	98	99.9	-	
Llanquihue	99.9	99.9	99.99	98	95	99.99	-

Tabelle 6/15:

Salmo trutta, Chile. Gleichungen der Längen-Gewichts-Korrelation von verschiedenen Fundorten. Weitere Erläuterungen siehe in der Überschrift zur Tabelle 6/13.

Ort	Gleichung	Korrela- tionsko- effizient	Anzahl Forel- len	Gewicht 30 cm Forelle	Wert für 95 % V.B. $\log_{10}(g)$
	x: (cm), y: (cm)	r	n	(g)	$\log_{10}(g)$
río Lingue	$y = 0.009 \cdot x^{3.134}$	0.992	15	374	0.087
Calafquén	$y = 0.051 \cdot x^{2.742}$	0.989	5	569	0.281
Panguipulli	$y = 0.011 \cdot x^{3.079}$	0.999	50	401	0.123
Rinihue	$y = 0.024 \cdot x^{2.857}$	0.996	27	389	0.187
río Valdivia	$y = 0.012 \cdot x^{3.028}$	0.999	13	351	0.122
Ranco	$y = 0.006 \cdot x^{3.240}$	0.978	71	355	0.177
Llanquihue	$y = 0.019 \cdot x^{2.933}$	0.988	21	409	0.201
Aisén	$y = 0.022 \cdot x^{2.932}$	0.999	7	480	0.122
Baguales	$y = 0.011 \cdot x^{3.067}$	0.993	11	377	0.079

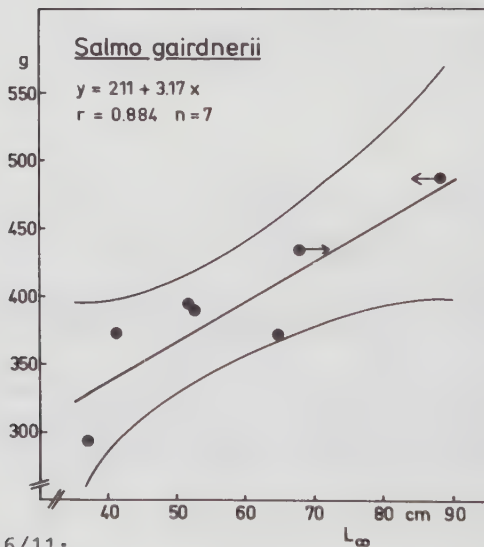


Abbildung 6/11:

Beziehung zwischen der physiologisch möglichen mittleren Endlänge (x-Achse) und dem Gewicht einer 30 cm großen Forelle, errechnet aus den Gleichungen der Längen-Gewichtskorrelation (y-Achse). Eingetragen sind die Mittelwerte aus 7 verschiedenen Seen. Weitere Erläuterungen siehe bei Abb. 6/10.

Auch hier gilt die schon beim Konditionsfaktor diskutierte Feststellung, daß wohl die Populationsdichte (Kap. 6.3.1.) den entscheidenden Parameter darstellt: unterbevölkerte Seen beherbergen relativ dickere Forellen als überbevölkerte.

Bei der Auftragung des Gewichts gegen die Länge sollte der Kurvenverlauf theoretisch durch den Nullpunkt gehen. Da jedoch zu deren Berechnung kleine Fische oft nicht vorhanden oder Forellen unter ca. 5 cm nicht sicher einer Art zuzuordnen waren, wurde durch ausschließliche Verwendung größerer Fische die Kurve nicht zum Achsenschnittpunkt gezwungen, und es ergab sich ein von Null mehr oder weniger stark abweichender Schnittpunkt mit der y-Achse ($= a$). Daher kommt ihm eher eine Korrekturfunktion zur Beschreibung der empirischen Werte durch die Gleichung zuzuschwanken um eine 10er Potenz im Jahresverlauf, während hier der Exponent der Länge (bzw. Steigung der Regressionsgeraden in der doppelt logarithmischen Auftragung $= b$) nur um ca. 12% variiert. Der Einfluß von a auf einen vorgegebenen x -Wert ist daher größer als der von b . Das gegen den Jahresverlauf aufgetragene theoretische Gewicht einer 30 cm Forelle, ermittelt nach der jeweiligen Gleichung, folgt daher auch eher dem Verlauf von a als dem von b (Tab. 6/12).

Die errechnete Gewichtsangabe erweist sich als geeigneteres Maß für die "Korpulenz" der Fische einer Population als der Konditionsfaktor (K_3). Der jahreszeitliche Verlauf ist etwas deutlicher und besser interpretierbar, die Korrelation mit der mittleren Endlänge ist besser. Diese Berechnung ist jedoch leider nicht für den einzelnen Fisch anwendbar, sondern nur für größere Fänge in der Länge möglichst stark divergierender Exemplare; die Berechnung ist aufwendiger. Daher behält der Konditionsfaktor in der Praxis sicherlich seine Bedeutung.

7. Mageninhaltsuntersuchungen

7.1. Einleitung

Wesentliche Grundlage zur ökologischen Beurteilung des Forellenbesatzes in Chile sind die Analysen des Mageninhalts, deren Ergebnissen mit der Diskussion daher ein breiter Raum gewidmet werden soll. Die Mageninhaltsanalyse gestattet auch, Rückschlüsse auf die Wechselbeziehungen zwischen einheimischer Fauna und den importierten Forellen zu ziehen (Kap.8), obwohl hierzu sicherlich noch weitere Untersuchungen wünschenswert wären wie z.B.: detaillierte Magenuntersuchungen einheimischer Fische und bessere Kenntnis der chilenischen Süßwasserfauna allgemein (Artenkenntnis, Ökologie). Aber auch dann bleibt noch einiges der Interpretation überlassen, denn es gibt keine Vergleichsuntersuchungen aus der Zeit vor dem Forellenbesatz oder "forellenfreie" Biotope, die von ihnen zwar besiedelt werden könnten, wo sie jedoch aus welchen Gründen auch immer nicht hingekommen sind. Ein Vergleich mit der Notogäa, besonders Neuseeland, das klimatisch und tiergeographisch am stärksten mit dem chilenisch-patagonischen Teil der Neotropis verwandt ist, kann hier weiterhelfen. Dort wurden auch Forellen eingeführt, über die einige interessante Publikationen besonders von ALLEN (1961), CADWALLADER (1975) und MCDOWALL (1968) existieren. Bisher publizierte Ergebnisse von Mageninhaltsanalysen aus Chile sind Detailbilder einzelner Fundorte (DEBUEN 1959, ARENAS 1978) und/oder grobe Bilder mit relativ wenig Material (DEBUEN 1959, BURNS 1972).

Eine generelle Schwierigkeit derartiger Untersuchungen ist, daß Mageninhalte nur ein momentanes Bild des Freßverhaltens zeigen und daher, wenn sie zu weitreichenderen Schlüssen herangezogen werden sollen, ein repräsentatives Bild nur mit ausreichend Material erhalten werden kann. Eine Beurteilung des oft diskutierten Schadens an der autochtonen Fauna (EIGENMANN 1927, MANN 1954 u.a.) soll in Kap. 8. versucht werden, da eine realistische Einschätzung der Salmonidenimporte Auswirkungen auf die Möglichkeiten der weiteren Bewirtschaftung haben kann und soll und ein zentrales Anliegen dieser Arbeit ist.

Bei der Bearbeitung von Einzelfragen in diesem Kapitel will ich soweit wie möglich auf detaillierte Mageninhaltstabellen verzichten. Erst am Schluß wird dieses mit Blick auf eine allgemeine Diskussion mit einer einzigen solchen Darstellung des Gesamtmaterials nachgeholt. Im deutschen Sprachgebrauch gibt es kein geschicktes Wort für das "Räubertum" (Episitie, Episitismus). Aus dem englischen ist jedoch das Wort "predation" mit seinen Abwandlungen allgemein bekannt und soll in diesen Kapiteln in der eingedeutschten Form Verwendung finden.

7.2. Material und Methoden

7.2.1. Mageninhaltsanalyse

Den Forellen entnahm ich möglichst schnell nach dem Fang durch einen Ventralschnitt und Durchtrennung des Ösophagus die Eingeweide, die in 5 - 10 prozentigem Formalin fixiert wurden. Besonders bei großen und prall gefüllten Mägen mußte die Lösung auch injiziert werden. Eine individuelle Markierung der Mägen ermöglichte eine spätere Zuordnung zu den übrigen Fischdaten.

Im Labor wurde der Darmtrakt hinter dem Magenausgang und vor dem Ansatz der Pylorusschläuche durchgetrennt, so daß ausschließlich der Magen zur Untersuchung gelangte. Hierdrin hatten sich weitgehend auch die Weichteile erhalten und die Nahrungspartikel sind großteils intakt und identifizierbar, was für den Enddarm nur eingeschränkt (Hartteile) gilt. Ich schnitt den Magenschlauch längs auf und identifizierte und registrierte den Inhalt in einer Petrischale makroskopisch oder mit einer binokularen Lupe. Sowohl Anzahl als auch Frischgewicht der in 57 Gruppen eingeteilten Nahrungsorganismen (siehe Tab. 7/01) wurden notiert.

Das Frischgewicht ist zwar besonders bei stark wasserhaltigen Organismen nicht exakt bestimmbar, bietet aber den ausschlaggebenden Vorteil der methodischen Einfachheit. Eine Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs oder des Kaloriengehalts als sinnvollere Biomassenparameter war unmöglich. So mögen die Frischgewichte mehr als Daten mit orientierendem Charakter über die ernährungsphysiologische Situation angesehen werden.

Tabelle 7/01:

Liste der Mageninhaltskomponenten, ihre Einordnung nach Herkunft und Vorkommen.

lfd. Nr.	Bezeichnung	autochton emergierend allochton undefiniert	benthisch pelagisch neustisch undefiniert
1	Pflanzen, autochton	+	+
2	Pflanzen, allochton	+	+
3	Steine	+	+
4	Sand	+	+
5	Trichoptera, Larven und Puppen	+	+
6	Trichoptera, pharate Puppen	+	+
7	Trichoptera, Imagines	+	+
8	Plecoptera, Larven	+	+
9	Plecoptera, Imagines	+	+
10	Ephemeroptera, Larven	+	+
11	Ephemeroptera, Imagines	+	+
12	Coleoptera, Dytiscidae, Larven	+	+
13	Coleoptera, Dytiscidae, Imagines	+	+
14	Odonata, Larven	+	+
15	Odonata, Imagines	+	+
16	Nematocera, Larven, benthische Puppen	+	+
17	Nematocera, Chironomidenpuppen und schlüpfende Imagines	+	+
18	Nematocera, Imagines	+	+
19	Brachycera, aquatische Larven	+	+
20	Orthoptera (Blattoidea, Orthopteroida, Dermaptera)	+	+
21	Homoptera (Cicadina, Aphidoidea, Psocoptera)	+	+
22	Heteroptera (außer Hydrocorisae)	+	+
23	Lepidoptera	+	+
24	Coleoptera (außer Dytiscidae)	+	+
25	Hymenoptera (terrestrisch)	+	+
26	Colembola (terrestrisch)	+	+
27	Diptera, Brachycera, Imagines (terr.)	+	+
28	Arachnida, Araneae	+	+
29	Heteroptera, Hydrocorisae	+	+
30	Diplopoda	+	+
31	Hirudinea	+	+
32	Nematoda (freilebend)	+	+
33	Oligochaeta, Lumbricidae	+	+
34	Gastropoda, aquatisch, Chilina spec	+	+
35	Gastropoda, terrestrisch	+	+
36	Bivalvia	+	+

Tabelle 7/01 (Fortsetzung):

lfd. Nr.	Bezeichnung	autochton emergierend allochton undefiniert	benthisch pelagisch neustisch undefiniert
37	Decapoda, Anomura, Aegla spec.	+	+
38	Decapoda, Astacura, Parastacus spec.	+	+
39	Ostracoda	+	+
40	Amphipoda	+	+
41	Cladocera	+	+
42	Copepoda	+	+
43	Pisces, unbestimmbar	+	+
44	Pisces, Aplochiton spec.	+	+
45	Pisces, Galaxias spec.	+	+
46	Pisces, Atherinidae	+	+
47	Pisces, Engraulis ringens	+	+
48	Salmonideneier	+	+
49	Atherinideneier	+	+
50	Reptilia, Lacertidae, Liolaemus monticola	+	+
51	Mamalia, Muridae, Rattus norvegicus	+	+
52	Exuvien und Exuvienreste	+	+
53	Reste aquatischer Insekten	+	+
54	Reste terrestrischer Insekten	+	+
55	Fischreste (Schuppen, Gräten u.s.w.)	+	+
56	Vogelfedern	+	+
57	undefinierbare Reste	+	+

Für quantitatiave Untersuchungen wurde ein Magenfüllungsindex (auch: relativ Magenfüllung in %) nach folgender Formel errechnet:

$$\text{Magenfüllungsindex} = \frac{\text{Gewicht des Mageninhalts} \cdot 100}{\text{Fischgewicht}}$$

Jeder einzelne Fang eines Beutetieres stellt eine Aktion in der Umwelt dar, die Angabe der Anzahl der Beuteindividuen eignet sich daher eher für Aussagen über das Verhalten und Hauptaufenthaltsorte der Forellen. Für manche Komponenten (z.B. Sand, Reste usw.) konnte keine Anzahl angegeben werden. Die Frequenz bezeichnet, in wieviel Mägen der untersuchten Forellen die Komponente überhaupt auftritt. Die Angaben des Frischgewichtes, der Anzahl und der Frequenz erfolgen immer in Prozent des Gesamtgewichtes bzw. der Gesamtzahl der gefressenen Organismen und der Anzahl der Mägen mit Inhalt.

7.2.2. Nahrungskoeffizient

Durch Multiplikation dieser drei prozentualen Anteile gelangt man zu einem "Nahrungskoeffizienten", der abgewandelt nach HUREAU (1970: "coefficiente alimentaire" = Q) die allgemeine Bedeutung der einzelnen Nahrungskomponenten in der Population quantifiziert. Der theoretisch größte Q-Wert ist 1 000 000. Alle Komponenten mit Werten über 5 000 werden als Primärnahrung (Haupt-, Basisnahrung = *prois préférentielles*) angesehen, Werte zwischen 5 000 und 50 als Sekundärnahrung (*prois secondaire*), während Werte unter 50 als zufällige Komponenten eingestuft (Zufallsnahrung = *prois accidentelles*) und im folgenden bei der Darstellung der Ergebnisse meist nur bis zu einem Q-Wert von 1.0 angegeben werden. Dieser Parameter diente zur Einreihung der Nahrungskomponenten bei der Angabe der Mageninhalte in den folgenden Vergleichstabellen: Tab. 7/07, 7/08, 7/10, 7/12, 7/14 .

7.2.3. Habitatbestimmung

Ein großer Teil der differenzierten Tiergruppen läßt sich mehr oder weniger eindeutig einer benthischen, pelagischen oder neustischen Lebensweise zuordnen: Zooplankton und die in der Nahrung vorkommenden Fische leben pelagisch, die meisten Wasserinsektenlarven, Steine, autochtone Pflanzenteile usw. kommen im Benthos vor, während allochtone Landinsekten und Chironomidenpuppen an das Oberflächenhäutchen gebunden sind (neustisch). Einzelne Ausnahmen bei dieser schematischen Einteilung blieben unberücksichtigt, da ihr Einfluß auf das Gesamtergebnis als bedeutungslos anzusehen ist. Nicht eindeutig einer der drei "Stationen" zuzuordnen waren z.B. die pharaten Puppen der Trichopteren, die vom Boden zur Oberfläche aufsteigen, ebenso allochtone Pflanzenteile, die an der Gewässeroberfläche aber auch oft treibend vollgesogen am Gewässerboden aufzufinden waren. Solche Komponenten wurden bei den Berechnungen nicht berücksichtigt, die aufsummierten Prozentangaben ergänzen sich daher oft nicht zu hundert.

So errechnete Zahlen sollen helfen, das "Habitat" der Forellen zu definieren, wobei dieser Ausdruck jedoch nur auf die Strata der Nahrungsaufnahme angewendet wird und somit hier eine Bedeutungseinschränkung erfährt.

7.2.4. Diversitätsindex

Der Ausdruck "Diversität" wird in der Biologie oft als Synonym für die Anzahl der Arten verwandt; er hat jedoch hier eine etwas andere Bedeutung: sowohl Artenzahl als auch ihre Verteilung werden berücksichtigt. Die Diversität ist groß, wenn viele Arten mit etwa gleicher Häufigkeit vorhanden sind und niedrig, wenn wenige Arten mit ungleicher Verteilung auftreten (PIELOU, 1977).

Von den beiden gängigen Diversitätsindices nach SHANNON und WEAVER (1963) und BRILLOUIN (1956) soll hier der erste Verwendung finden. Er liegt stets etwas höher als der letztgenannte und ist des Öfteren für derartige Untersuchungen benutzt worden (MORENO u.a. 1976, HURTUBIA 1973).

Diese Methode fand besonders Eingang in der Pflanzenphysiologie, wobei Artenverteilung und -häufigkeiten einzelner Untersuchungsquadrate in die Berechnung eingingen (PIELOU 1966, 1977). Hier ist jeweils der Mageninhalt eines Fisches mit einem Untersuchungsquadrat gleichgesetzt worden nach der Anregung von HURTUBIA (1973). Der Diversitätsindex errechnet sich nach der Formel:

$$H' = \frac{c}{N} (N \log_{10} N - \sum n_i \log_{10} n_i)$$

H' = akkumulierte trophische Diversität

N = Summe der/des Anzahl/Gewichts aller einzelner Komponenten (i)

n_i = Anzahl/Gewicht der Individuen in der i-ten Komponente

c = Skalierungsfaktor zur Umwandlung des Logarithmus der Basis 10 ($c = 1$). Hier wurde die Basis 2 mit $c = 3.321928$ verwendet, die Einheit von H' ist dann "Bit".

Zuerst errechnet man H' für einen (zufällig ausgewählten) Mageninhalt, dann für den ersten und zweiten zusammen usw.. Durch ständige schrittweise Vergrößerung der Stichproben (akkumulierte trophische Diversität) erreicht H' im allgemeinen zwischen dem fünften und fünfundzwanzigsten Magen einen Plateauwert, der dann nur noch unwesentlich schwankt. Beim Erreichen dieses Wertes ist der Inhalt der bis hier untersuchten Mägen repräsentativ für

die gesamte Population, Zuhilfenahme weiterer Mageninhalte verändern das Ergebnis höchstens minimal. Der Punkt, an dem das Plateau beginnt ist jedoch nicht scharf abgesetzt, sondern wurde durch ein Rechenprogramm bestimmt, das gewährleistet, daß objektive Kriterien in allen Fällen den Beginn des Plateaus gleich definieren. Alle nun folgenden Werte der akkumulierten trophischen Diversität gingen in die Berechnung des arithmetischen Mittels und der Standardabweichung ein, deren Ergebnisse dann für die Gesamtpopulation verwendet wurden. (Weiterhin zur Methode siehe auch LLOYD u.a. 1968, PIELOU 1966 a und b).

7.2.5. Vergleich der Zusammensetzung von Mageninhalten

Zum Vergleich der Ähnlichkeit oder Verschiedenheit der Mageninhalte zweier Stichproben wurde der Rangkorrelationskoeffizient (τ) nach KENDALL verwandt (siehe dazu auch CADWALLANDER 1975 a und b, MORENO u.a. 1976 und ARENAS 1978). Er hat gegenüber dem SPEARMAN'schen Rangkorrelationskoeffizienten (ρ) den Vorteil, effizienter bei Ausreißerdifferenzen, besonders bei kleineren Stichproben, zu sein, bei Rangbindungen (die im vorliegenden Fall häufig sind) noch zu funktionieren und außerdem exakte Signifikanztests zu besitzen, was bei SPEARMAN nur approximativ gelöst ist. τ ist daher für inferenz-statistische Zwecke gegenüber ρ vorzuziehen (LIENERT 1973), jedoch ist er schwieriger zu berechnen.

Allen Nahrungskomponenten zweier zu vergleichender Stichproben wird je nach ihrer Häufigkeit (oder ihrem Gewicht) ein Rang zugeordnet. Hierbei geht leider Information, nämlich die genaue Anzahl bzw. das Gewicht, verloren. Außerdem erfolgt eine Überbewertung der Zufallsnahrung (Definition siehe oben) eben dadurch, daß auch diesen oft nur in Einzelexemplaren auftretenden Komponenten ein eigener Rang zugeordnet wird, der gleichberechtigt zu der Primär- und Sekundärnahrung in die Rechnung eingeht. Da τ immer niedriger liegt als ρ , deuten z.B. Korrelationen von 0.5 schon auf starke Zusammenhänge hin. Eine Stichprobe dient als "Ankerreihe", indem ihre Komponenten nach Rängen geordnet werden. Bei der "Vergleichsreihe" schreibt man die entsprechenden Rangzahlen gleicher Komponenten unter die Ankerreihe und zählt hier nun die "Proversionen" (größere Ränge, die auf

kleinere folgen) und "Inversionen" (kleinere Ränge, die auf größere folgen) aus und bildet daraus die "Kendallsumme", die durch die größtmögliche Kendallsumme dividiert wird. Die Rechnung kompliziert sich bei Rangbindungen (zwei oder mehr Komponenten sind mit der gleichen Anzahl vertreten und haben somit den gleichen Rang in der Reihe). Ausführliche Darstellung der Formeln und Rechenweise findet man bei LIENERT (1973) und SIEGEL (1956). Als Endergebnis erhält man einen Korrelationskoeffizienten "tau" der zwischen + 1, 0 und - 1 liegt. Ist tau = 0, oder nicht signifikant von null verschieden, so bedeutet das, daß kein monotoner Zusammenhang erkennbar ist, also eine Unabhängigkeit der beiden (verbundenen) Stichproben vorliegt. Nicht monoton sind z.B. U-förmige Zusammenhänge, was in den hier vorliegenden Fällen jedoch ausgeschlossen werden kann. Bei der Auswertung gelangte ein SPSS-Programm ("statistical package for the social sciences") im Rechenzentrum der Universität Konstanz auf der TR 440 zur Anwendung. Trat bei den beiden verglichenen Stichproben eine Komponente nur in einer Probe auf, so wurde sie in die Rechnung mit einbezogen. Trat sie jedoch in beiden nicht auf (jedoch in weiteren im Moment nicht betrachteten Proben) so wurde sie nicht berücksichtigt (obwohl sie eventuell vorhanden gewesen sein könnte). Es läßt sich also nicht abgrenzen, ob das Nichtvorhandensein der Komponente in der Nahrung auf das Fehlen im Biotop oder auf das Verschmähen durch die Forellen zurückzuführen ist. Diese Überlegung hat natürlich Konsequenzen in der Rechnung: ein Einbeziehen aller Komponenten, auch wenn sie in beiden verglichenen Stichproben nicht vorkommen, würde im allgemeinen bessere, aber unwahre Korrelationen vortäuschen. Eine Abschätzung von vornherein, welche Komponenten in den beiden verglichenen Biotopen vorkommen, unabhängig vom Verzehr durch die Forellen, wäre zu spekulativ. Das Weglassen aller Komponenten, die auch nur in einer Probe nicht vorhanden sind, würde viel Information verschwenden.

Die Nullhypothese H_0 lautet: es gibt keine Korrelation zwischen beiden betrachteten Stichproben. Im vorliegenden Verwendungszweck bedeutet dies: durch den Vergleich beider Stichproben sind Ähnlichkeiten in der Nahrung nicht erkennbar. Diese These muß angenommen werden, wenn das errechnete tau nicht signifikant ist. Wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit alpha des tau-Wertes jedoch

geringer als 0.05 ist, wird die Alternativhypothese (H_1) akzeptiert: es gibt eine Korrelation, d.h. die Nahrung ist ähnlich bzw. bei negativem tau: Forellen der einen Probe bevorzugen Nahrungsorganismen, die in der anderen Probe vernachlässigt werden. Als Maß für die Ähnlichkeit gilt der tau-Wert.

7.3. Ergebnisse und Diskussion

7.3.1. Quantitativer Teil

Bei der monatlichen Fischerei im lago Calafquén gelangten alle Mägen der gefangenen Regenbogenforellen zur Auswertung. Viele jedoch waren leer. Es ergibt sich ein charakteristischer Jahresgang der Relation der vollen und leeren Mägen, deren Werte in Tab. 7/02 und deren Verlauf in Abb.6/01 C dargestellt ist. Ähnlichen Kurvenverlauf zeigen die Werte von *Salmo gairdnerii* aus Südkile (Villarica bis Pto. Montt) zusammengekommen (Tab. 7/03). Jedoch kann hier nur auf den prinzipiellen Verlauf hingewiesen werden, da am Anfang der Untersuchungen im Gelände manche leeren Mägen gleich verworfen wurden, ohne diese zu notieren. Leider liegt von *Salmo trutta* nicht genügend Material gleichmäßig verteilt über das Jahr vor, so daß auf die Darstellung der nur lückenhaften Daten verzichtet wurde.

Der Magenfüllungsindex (siehe Kap. 7.2.1., Tab. 7/02) erwies sich für die Darstellung des Jahresganges der Nahrungsmenge aus folgenden Gründen als wertlos:

1. geringe Schwankungen der Mittelwerte im Jahrsverlauf
2. die Streuungen der Einzelwerte sind sehr groß (die Standardabweichungen sind meist größer als die Mittelwerte)
3. die Verteilung gehorchte nicht annähernd einer Gauss'schen Glockenkurve, sondern war sehr stark zu den kleinen Werten hin verschoben.

Tabelle 7/02:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Anteil leerer Mägen (in % der Gesamtzahl) und Magenfüllungsindex im Jahresverlauf. Untersuchungszeitraum: Mai 1975 bis Mai 1976. Siehe auch Abbildung 6/04 C.

Monat	Anzahl Mägen	Anteil leerer Mägen	Magenfüllungsindex Mittelwert Standardab- weichung	
	n	%	$\bar{x}$	s
Mai 1975	32	59	0.11	0.19
Jun 1975	51	47	0.23	0.33
Jul 1975	50	74	0.06	0.20
Aug 1975	50	88	0.18	0.51
Sep 1975	40	53	0.19	0.38
Okt 1975	31	23	0.56	0.53
Nov 1975	43	16	0.74	0.73
Dez 1975	27	22	0.29	0.38
Jan 1976	33	21	0.31	0.40
Feb 1976	53	23	0.56	0.74
Mär 1976	20	25	0.45	0.59
Apr 1976	34	35	0.33	0.46
Mai 1976	45	27	0.57	0.73

In den Wintermonaten (besonders August) finden sich die meisten leeren Mägen im Frühjahr nach der Laichzeit (November) die wenigsten. Dieses fand auch EVERETT(1971) bei Regenbogenforellen und wurde ebenfalls bei anderen Fischarten nachgewiesen, wie die Arbeiten von FROST (1954) über Hechte (*Esox lucidus*) und von HOMAS u.a. (1954, zitiert nach TESCH, 1963) über Schellfische (*Melanogrammus aeglafinus*) zeigen. Schon beim Vergleich mit dem Jahresgang der Gonadenentwicklung (Kap. 9.3.1. und Abb. 6/01 B) drängt sich auf, daß hier eine mögliche Beziehung besteht wie schon SCHIEMENZ (1916), FROST (1954) und EVERETT(1971) vermuten. Beim Arbeiten im Gelände, besonders beim Sezieren der Fische mit Gonaden unterschiedlicher Entwicklungsstadien, wird dieses noch offensichtlicher: im Winter, wenn die Geschlechtsprodukte die Leibeshöhle prall ausfüllen,

Tabelle 7/03:

Salmo gairdnerii, Südchile (Villarica bis Pto. Montt). Anteil leerer Mägen (in % der Gesamtzahl) im Verlauf eines Jahres. Daten von Mai 1974 bis Mai 1976. Am Anfang der Untersuchung wurden leere Mägen verworfen, ohne sie zu registrieren. Die Zahlen haben daher nur orientierenden Charakter.

Monat	Anzahl untersuchter Mägen	Anteil leerer Mägen
	n	%
Januar	38	21
Februar	53	23
März	38	26
April	34	35
Mai	82	39
Juni	85	44
Juli	108	49
August	82	65
September	80	40
Oktober	63	14
November	61	13
Dezember	39	15

werden alle andere Organe erheblich zusammengedrückt. Die Wirkung ist also rein mechanisch deutbar, und ebenso aus der Praxis der Fischzuchtanstalten bekannt: einige Wochen vor dem Abstreifen stellen Laichforellen die Nahrungsaufnahme ein. Trägt man den Magenfüllungsindex gegen die prozentualen Anteile des Gonadengewichts am Gesamtfischgewicht auf, so ergibt sich eine signifikante und charakteristische Beziehung: je weiter die Keimdrüsen in der Entwicklung sind, umso weniger wird gefressen (Abb. 7/01). Zieht man in Betracht, daß bei den untersuchten Mägen mit Inhalt und einem gegebenen Entwicklungszustand der Gonaden es noch eine weite Variationsmöglichkeit des Magenfüllungsindex gibt, die von verschiedenen Einflußmöglichkeiten abhängt

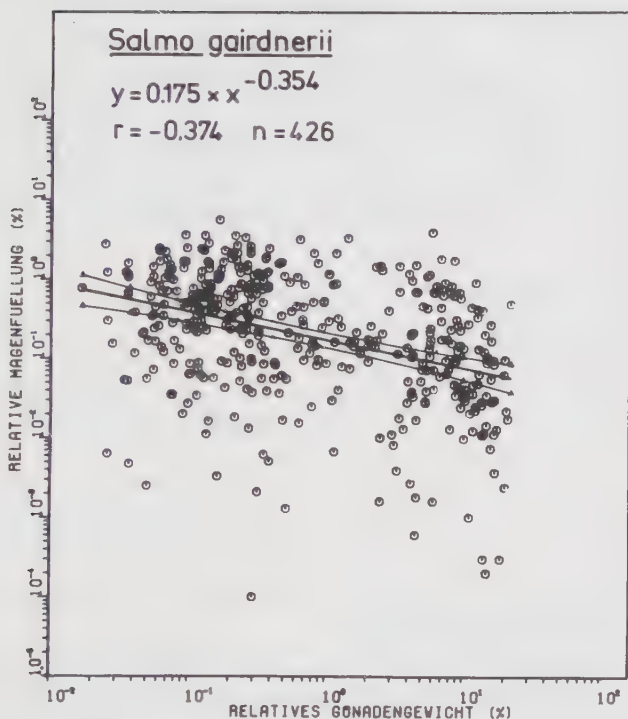


Abbildung 7/01:

Salmo gairdnerii, Chile. Beziehung zwischen Magenfüllungsindex (= relative Magenfüllung, in %, y-Achse) und dem relativen Gonadengewicht (in %, x-Achse).

(z.B. vorhandene Nahrungsmenge: WARE, 1972; Hunger: GROVE u.a. 1978; Wassertemperatur: ELLIOTT, 1975, GROVE u.a. 1978; Tageszeit: TUSA 1969, ELLIOTT, 1967, 1970, GROVE u.a. 1978, alle Autoren im letzten Punkt allerdings mit stark voneinander abweichenden Angaben), so verwundern die allerdings niedrigen, aber signifikanten Korrelationskoeffizienten nicht. Man sollte glauben, daß die maximal möglichen Magenfüllungen von der Gonadengröße bestimmt wird, d.h. daß die Begrenzung der Punktwolke nach oben wesentlich schärfer ist als nach unten. Da dies jedoch nur bedingt der Fall ist, bedeutet es, daß Nahrung fast immer bis zu einem gewissen Sättigungsgrad aufgenommen wird.

Die Beziehungen lassen sich durch folgende Gleichungen beschreiben: (y = Magenfüllungsindex, x = prozentualer Anteil der Gonaden am Gesamtfischgewicht, Signifikanzniveau für $P = 0.05$):

Salmo gairdnerii, Südchile (Villarica - Pto. Montt):

$$y = 0.175 \cdot x^{-0.354}, \quad r = -0.374, \quad n = 426$$

Salmo trutta, Südchile (Villarica - Pt. Montt):

nicht signifikant, $n = 42$

beide Arten aus ganz Chile:

$$y = 0.195 \cdot x^{-0.333}, \quad r = -0.338, \quad n = 528$$

7.3.2. Qualitative Analyse

7.3.2.1. Einfluß der Fangmethode und der Tageszeit

Die prinzipiellen Schwierigkeiten bei fischereibiologischen Freilanduntersuchungen in großen Gewässern besteht in der repräsentativen Materialbeschaffung. Auch hier mußte auf Fische, die mit Kiemennetzen und Angel gefangen wurden, zurückgegriffen werden. Gleichzeitig war dieses verbunden mit einer Einteilung der Fänge während der Lichtstunden (Angel) und der Nacht (Netz). Daher mußte zunächst getestet werden, ob und inwieweit sich die Mageninhalte beider Gruppen gleichen.

Zur Auswahl für diesen Test kamen zwei von den Populationen der Regenbogenforelle her gesehen extreme Seen (Kap. 6.3.): lago Conguillio als über- und lago Calafquén als unterbevölkerter See. Für den ersten stammte alles untersuchte Material aus den Monaten November und Dezember, für den zweiten wurde der Zeitraum November bis März betrachtet, da hier etwa die Größenverteilung und Anzahl der Fische aus beiden Fangmethoden ähnlich war (Abb. 4/03).

Tabelle 7/04:

Salmo gairdnerii, lago Conguillio und lago Calafquén. Vergleich der Mageninhalte von Netz- und Angelfischen mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL in zwei verschiedenen Seen. Die Abkürzungen der Statistik bedeuten: tau = KENDALL'scher Rangkorrelationskoeffizient, n = Anzahl der verglichenen Mageninhaltskomponenten, sig = Signifikanzniveau von tau (siehe auch Kapitel 7.2.5.). Verglichen wurden jeweils die verschiedenen Anzahlen und Gewichte der Item. + = tau ist signifikant: $0.05 \geq P > 0.001$. ++ = tau ist hochsignifikant: $0.001 \geq P$.

See	Anzahl Fische mit Netz	Anzahl Angel	Statistik	Ergebnisse berechnet aus Anzahl	Gewicht
Conguillio 10 cm Standardlänge	38	27	tau	0.317	0.265
			n	22	26
			sig	0.050+	0.064
Calafquén 15 cm Standardlänge November-März	78	65	tau	0.468	0.399
			n	25	29
			sig	0.002+	0.003+

Tab. 7/04 zeigt die Ergebnisse der Statistik. Es bestehen positive Korrelationen der Mageninhalte, die bis auf einen von vier Tests signifikant ($\geq 95\%$) sind. Da die Anzahl der untersuchten Fische aus dem lago Conguillio geringer ist, verwundert bei diesem Test ein geringes Signifikanzniveau nicht. Auf die Darstellung der Einzelergebnisse (Mageninhaltstabellen, Diversitätsindices etc.) kann hier verzichtet werden, da sich keine größeren Unterschiede ergaben.

Im folgenden gehe ich daher davon aus, daß das Material aus beiden Fängen zusammen betrachtet werden darf. Die Selektion durch die Fangmethode oder der Einfluß der Tageszeit ist im wesentlichen unerheblich.

Von verschiedenen Autoren (HOAR, 1942; ELLIOTT, 1967, 1970, 1973; GROVE u.a. 1978) werden unterschiedliche Freßzeiten für Forellen angegeben, die z.B. in Fließgewässern mit der Erhöhung der Biomasse in der Drift zur Nachzeit korreliert sind. Es scheint, daß der Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme primär vom aktuellen Angebot abhängig ist (WETZLAR, 1973) und daher je nach Jahreszeit, Biotop usw. variieren kann. Diese Feststellung bezieht sich jedoch stets auf die aufgenommene Nahrungsmenge. Nicht bekannt sind mir Ergebnisse, die eine wesentliche Änderung der qualitativen Zusammensetzung des Mageninhalts im Tagesverlauf beschreiben, was ja nach den hier vorgelegten Ergebnissen als unwesentlich angenommen werden muß.

7.3.2.2. Vergleich der Geschlechter

Eine weitere zunächst abzuklärende Frage war, inwieweit sich die Nahrung beider Geschlechter ähnelt. Die dazugehörigen statistischen Ergebnisse der Regenbogenforelle aus drei Seen sind in Tab. 7/05 zusammengestellt. Sie lassen eine starke Übereinstimmung der Zusammensetzung erkennen, die meist auch hochsignifikant ist.

Obwohl Unterschiede der Nahrung bei den Geschlechtern gelegentlich von chilenischen Biologen und Sportfischern in Erwägung gezogen wurden, ist mir jedoch kein plausibler Grund oder ökologischer Mechanismus vorstellbar, der dieses bewirken könnte. Erwartungsgemäß fand auch ARENAS (1978) im lago Riñihue eine hohe Übereinstimmung in der Nahrungszusammensetzung bei den Geschlechtern. Wiederum kann hier auf die Darstellung der Einzelergebnisse (Mageninhaltstabellen, Diversitätsindizes usw.) verzichtet werden.

7.3.2.3. Vergleich von *Salmo trutta* und *S. gairdnerii*

Beide nach Chile importierte Arten standen vor dem prinzipiell ähnlichen Problem der Einnischung in fremder Umgebung. Wie die in ökologischen Ansprüchen vergleichbaren Arten jedoch die Frage der gegenseitigen Konkurrenz gelöst haben, soll die Untersuchung und die Diskussion in diesem Kapitel klären.

Tabelle 7/05:

Salmo gairdnerii, Chile. Vergleich der Mageninhalte beider Geschlechter mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL in drei verschiedenen Seen. Weitere Erklärungen siehe Überschrift der Tabelle 7/04.

See	Anzahl der		Statistik Ergebnisse berechnet aus		
	Weibchen	Männchen		Anzahl	Gewicht
<u>Conquillio</u>	36	28	tau	0.523	0.280
			n	22	26
			sig	0.001++	0.049+
<u>Calafquén</u>	188	110	tau	0.608	0.490
			n	28	34
			sig	0.001++	0.001++
<u>Ranco</u>	61	35	tau	0.344	0.444
			n	33	38
			sig	0.011+	0.001++

Tab. 7/06 zeigt zunächst die Ergebnisse des Vergleichs der Nahrungszusammensetzung mit dem KENDALL'schen Rangkorrelationskoeffizienten. Weitere ähnliche Vergleiche, z.B. mit Material ausschließlich aus Seen oder aus Fließgewässern, zeigen nur geringfügige Unterschiede zu den hier dargestellten Vergleichen aus Südkhile (Villarica - Pto. Montt) und dem lago Ranco (Abb. 2/02, einziger See, in dem *S. trutta* in größerer Anzahl erbeutet wurde), die daher zur befriedigenden Interpretation ausreichen.

Die Nahrung beider Arten ist sehr ähnlich, wie auch ELLIOTT (1973) feststellt. Das bedeutet, daß sie gegenseitig in starker Konkurrenz stehen. Daß es jedoch trotzdem charakteristische Unterschiede gibt, zeigen die Tab. 7/07 mit Ergebnissen aus Südkhile und 7/08 aus dem lago Ranco: für *S. trutta* ist der Anteil in der Nahrung an Benthos, hauptsächlich die großen Süßwasserdecapoden *Aegla* sp. mengenmäßig von zentraler Bedeutung,

Tabelle 7/06:

Salmo trutta und S. gairdnerii, Chile. Vergleich der Mageninhalte beider Arten mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL. Es wurden nur Forellen über 15 cm Standardlänge in die Rechnung einbezogen. Weitere Erläuterungen siehe Überschrift der Tabelle 7/04.

Fundort	Anzahl der S. trutta S. gaird- nerii		Statistik Ergebnisse berechnet aus		
			Anzahl	Gewicht	
<u>Südchile</u> (Villarica bis Pto.Montt)	70	427	tau	0.409	0.585
			n	47	52
			sig	0.001++	0.001++
<u>lago Ranço</u>	45	96	tau	0.372	0.538
			n	36	40
			sig	0.003+	0.001++

jedoch nimmt sie auch häufig Neuston (meist Anflugnahrung). S. gairdnerii ernährt sich vorwiegend pelagisch von Fischen, die hinsichtlich der Biomasse weit überwiegen, während sie in ihrem Verhalten vielseitiger und ausgewogener andere Habitate frequentiert. Diese zeigen auch die Vergleiche der Diversitätsindices beider Arten.

Aegla für S. trutta und einheimische Fische (besonders Galaxiiden und Aplochitoniden) für S. gairdnerii sind als autochtone Komponenten das ganze Jahr über verfügbar und bilden die Ernährungsgrundlage (siehe auch BURNS, 1972). Daß die europäische Forelle neben Benthos in höherem Maße auch an der Wasseroberfläche Nahrung aufnimmt, läßt sich mit der stärkeren Bindung an Fließgewässern deuten.

Als "Seeforelle" kommt sie in der Regel relativ selten vor, wohl bedingt durch den Konkurrenzdruck der Regenbogenforelle. Eine Ausnahme bildet dabei angeblich der lago General Carrera im "Großen Süden" Chiles (siehe Abb. 2/01), in dem die Regenbogenforelle erst vor einigen Jahren ausgesetzt wurde, und Salmo trutta bisher das Pelagial beherrscht (AGUILERA/COYHAIGUE, mündliche Mitteilung). In solchen Fällen dominieren dann auch

Tabelle 7/07:

Salmo trutta und *S. gairdnerii*, Südc Chile (Villarica bis Pto. Montt). Nahrungszusammensetzung aller Forellen über 15 cm Standardlänge, Angaben in %. Ergänzen sich die Angaben nicht zu 100 %, so beruht das auf Rundungsfehlern und den nicht eindeutig zuzuordnenden Komponenten. Diversitätsindices und Aufzählung der Komponenten in der Reihenfolge ihrer Bedeutung, ermittelt mit dem Nahrungskoeffizienten (Kap. 7.2.2.). Abkürzungen: P = Primärnahrung, S = Sekundärnahrung, Z = Zufallsnahrung, schl = schlüpfend, L = Larven, P = Puppen, I = Imagines, benth = benthisch, neu = neustisch, unb = unbestimmbar.

	<i>Salmo trutta</i>		<i>S. gairdnerii</i>	
	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht
Benthisch	28.8	43.8	12.8	3.7
Pelagisch	4.7	49.0	33.7	88.6
Neustisch	66.0	2.3	52.2	5.4
Autochton	16.9	94.8	34.9	93.8
Emergierend	82.4	5.1	30.0	3.1
Allochton	0.7	0.1	35.2	3.1
Diversitätsindex	2.38	2.79	2.74	2.19
Standardabweichung	0.38	0.37	0.55	0.15
Anzahl der Werte	75	74	468	453
Nahrungs- komponenten	Decapoda, Aegla	P	Pisces, unb	P
	Pisces, unbest.	S	Pisces, Aplochiton	P
	Trichoptera, L + P	S	Pisces, Galaxias	S
	Trichoptera, I	S	Hymenoptera	S
	Pisces, Aplochiton	S	Homoptera	S
	Steine	S	Trichoptera, I	S
	Gastropoda, Chilina	S	Trichoptera, L + P	Z
	Pisces, Atherinidae	S	Plecoptera, Larven	Z
	Nematocera, I	S	Nematocera, L +	
	Decapoda, Parastacus	Z	benthische P	Z
	Plecoptera, L	Z		

die Fische in der Nahrung, dicht gefolgt von Aegla. Sonst jedoch lebt *S. gairdnerii* vorwiegend pelagisch in den Anden-
fußseen und bildet dort einen sowohl phänologisch als auch
ernährungsökologisch gut erkennbaren Ökotyp der "Seeforelle"
(Abb. 6/09, Kap. 3.3.3., 4.3.3., 8.), ähnlich wie *S. trutta*
(siehe MAYR 1963, Kap. 1.2.) aus. Ähnliche Beobachtungen machte
ansatzweise auch NÜMANN (1965).

Tabelle 7/08:

Salmo trutta und S. gairdnerii, lago Ranco. Nahrungszusammensetzung aller Forellen über 15 cm Standardlänge. Weitere Erläuterungen siehe Tabelle 7/07.

	Salmo trutta		S. gairdnerii	
	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht
Benthisch	30.8	48.5	36.9	9.0
Pelagisch	4.0	43.9	54.1	84.6
Neustisch	64.7	2.4	8.2	1.6
Autochton	14.6	93.0	56.7	91.8
Emergierend	84.7	6.8	37.8	7.1
Allochton	0.7	0.2	5.4	1.1
Diversitätsindex	2.37	2.87	2.48	2.49
Standardabweichung	0.39	0.15	0.27	0.53
Anzahl der Werte	41	25	91	92
Nahrungs- komponenten	Decapoda, Aegla	P	Trichoptera, L + P	S
	Trichoptera, L + P	S	Pisces, Aplochiton	S
	Pisces, unb	S	Plecoptera, Larven	S
	Trichoptera, I	S	Pisces, unb	S
	Pisces, Aplochiton	S	Pisces, Galaxias	S
	Steine	S	Cladocera	S
	Nematocera, I	S	Decapoda, Aegla	Z
	Gastropoda, Chilina	S	Hymenoptera	Z
	Plecoptera, L	Z	Pisces, Atherinidae	Z
	Pisces, Galaxias	Z	Forelleneier	Z
	Trichoptera, pharate Puppen	Z	Trichoptera, pharate Puppen	Z
	Nematocera, Larven + benthische P	Z		

7.3.2.4. Vergleich von verschiedenen Größenklassen

Zahlreiches Material der Regenbogenforelle aus dem lago Calafquén, das schon durch die Maschenselektion der Kiemennetze (siehe Kap. 4.3.1.) in zwei verschiedene Größenklassen unterteilt wurde und deren beide Gruppen auch im Wanderungsverhalten unterschiedliche Reaktionen zeigten, bot sich an zur Diskussion, ob und wie weit verschieden große Fische unterschiedliche Nahrungstiere bevorzugen. Die Werte der Tab. 7/09 zeigen, daß es keine Übereinstimmung in der Nahrung gibt.

Tabelle 7/09:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Vergleich der Mageninhalte zweier Größenklassen mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL. Zur Auswertung gelangten ausschließlich Fische aus dem See des Zeitraumes von November 1975 bis Februar 1976. Weitere Erläuterungen siehe in der Überschrift der Tabelle 7/04.

Größenklasse (Standardlänge)	Anzahl Forellen	Statistik	Ergebnisse berechnet aus	
			Anzahl	Gewicht
25.0 - 44.9 cm	49	tau	0.067	-0.085
≥ 45.0 cm	74	n	24	27
		sig	0.685	0.577

Tabelle 7/10:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Nahrungszusammensetzung von Forellen aus dem Zeitraum: November 1975 bis Februar 1976. Weitere Erläuterungen siehe Tabelle 7/07.

	kleine Forellen 25.0 - 44.9 cm Standardlänge		große Forellen ab 45.0 cm Standardlänge	
	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht
Benthisch	0.4	0.2	4.8	0.9
Pelagisch	42.8	64.3	58.3	98.5
Neustisch	55.0	35.3	36.6	0.6
Autochton	43.1	64.4	62.9	99.4
Emergierend	4.5	1.3	35.5	0.4
Allochton	52.4	34.3	1.6	0.3
Diversitätsindex	2.48	2.56	1.22	0.62
Standardabweichung	0.17	0.12	0.15	0.08
Anzahl der Werte	41	30	70	68
Nahrungs- komponenten	Pisces, unb	P	Pisces, Aplochiton	P
	Hymenoptera	P	Pisces, unb	P
	Coleoptera, terr.	S	Exuvien	Z
	Pisces, Aplochiton	S	Coleoptera, terr.	Z
	Pisces, Galaxias	S		
	Nematocera, I	Z		
	Orthoptera	Z		
	Homoptera	Z		
	Pflanzen, allochton	Z		
	Heteroptera	Z		
	Trichoptera, pha- rate Puppen	Z		

Beide Größenklassen zeigen unterschiedliches Nahrungsverhalten, daher wurden in Tab. 7/10 detailliertere Daten zusammengestellt: kleinere Fische haben eine wesentlich vielseitigere "Speisekarte" = hohe Diversitätsindices, während die der großen ganz einseitig auf Fische ausgerichtet ist. Dieses Verhalten wies auch ARENAS (1978) im lago Riñihue nach. Größere haben zusätzlich auch Exuvien in höherem Maße verzehrt, die jahreszeitlich bedingt im November in großen Mengen den río Coñaripe (Abb. 4/02) herabgespült wurden. Dieses verursachte den relativ hohen Anteil an neustischen Partikeln, die biomassemäßig jedoch unbedeutend waren. Die Gruppen der kleinen Forellen nimmt neben Fischen jedoch andere Komponenten von der Wasseroberfläche auf, die im betrachteten Zeitraum (Sommer) zahlreich waren. Anzahlmäßig überwiegt die terrestrische Komponente (DYK 1934, HUNT 1965, NORLIN 1964, 1967), die jedoch, da auch in hohem Maße die meist unbestimmbaren Jungfische gefressen wurden, biomassemäßig den zweiten Rang einnimmt.

Das in Kap. 4.3. dargestellte Verhalten verschieden großer Forellen wird mit der Mageninhaltsanalyse bestätigt: große Fische verweilen im Sommer in der Tiefe und leben fast ausschließlich von pelagischen Fischen (Aplochitonidae), die kleinen verbleiben mehr in Ufernähe und fressen dort Jungfische und terrestrische Insekten. Diese Erscheinung kann eine Folge des intraspezifischen Konkurrenzdrucks sein, indem die überlegenen großen Fische die kleinen in ernährungsphysiologisch ungünstigeren Nischen abdrängen. Denkbar jedoch und wahrscheinlicher ist, daß kleinere Forellen weder von der Körpergröße noch von der Kraft und Geschwindigkeit her in der Lage sind die ca. 8 - 15 cm langen pelagischen Aplochitoniden zu überwältigen. Diese Fähigkeit erlangen sie erst ab einer gewissen Eigengröße. Diese "Regel vom relativen Brockengrößenanspruch" ist dargestellt für *Esox lucius*, *Lucioperca lucioperca* und *Perca fluviatilis* bei DZIEKONSKA (1954) und für junge *Salmo gairdnerii* bei HARTMANN (1958). Eine derart einfache mechanische Vorstellung wäre auch für große Forellen, die ja "Schlinger" sind, durchaus wahrscheinlich. In dem mit Forellen unterbevölkerten lago Calafquén (Kap. 6.3.1. und 10.2.) ist außerdem der intraspezifische Konkurrenzdruck als gering zu betrachten.

Ein Vergleich von verschiedenen Biotopen (z.B. Fließgewässer/See) erschien nicht als sinnvoll, da diese Unterscheidung von einer Differenzierung der Körpergröße nicht getrennt werden kann. Forellen aus Fließgewässern sind meist kleiner als solche aus Seen. Eine drastische Einschränkung des Größenintervalls ließ das vorhandene Material unter eine für diese Untersuchung erforderliche Mindestzahl von ca. 20 Mägen mit Inhalt pro Stichprobe sinken. Ein Großteil des Materials stammt aus den Zu- und Abflüssen der Seen, in deren Strömung die Forellen bevorzugt stehen und die in diesem Vergleich korrekterweise vernachlässigt werden müßten, da dieser Bereich einem der oben definierten Biotope nicht eindeutig zuzuordnen ist. Leider gibt die Arbeit von ARENAS (1978), der bei diesem Vergleich fand, daß sich die Nahrung sehr stark ähnelt, keinen Aufschluß über die Kriterien der Unterscheidung der Biotope. Die während der Laichzeit in die Bäche aufsteigenden großen Forellen hingegen hatten überwiegend leere Mägen (Kap. 7.3.1.) und fielen daher für diesen Vergleich fort.

7.3.2.5. Vergleich verschiedener Jahreszeiten

Die Nahrungszusammensetzung im Jahresverlauf konnte bei *Salmo gairdnerii* im lago Calafquén verfolgt werden. Da allmonatlich nicht die gleiche Größenverteilung an Forellen erbeutet wurde (siehe Abb. 4/03) und im Winter viele leere Mägen vorlagen, wurde der Jahresverlauf in 6 Gruppen zu je 2 Monaten zusammengefaßt, um die Einflußmöglichkeiten der oben besprochenen Faktoren geringzuhalten. Alle Fische stammen aus dem See selbst und von der Einmündung des río Coñaripe an der isla Millahuapi (Abb. 4/02). Nur Fische über 25 cm Standardlänge wurden hier ausgewertet. Tab. 7/11 zeigt die Ergebnisse der statistischen Analyse mit dem KENDALL'schen Rangkorrelationskoeffizienten. Von 30 Vergleichen weisen nur 8 signifikante Ähnlichkeiten ($P \leq 0.05$) auf. Dies bedeutet, daß es im Jahresverlauf relativ große Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung gibt, die im folgenden detaillierter betrachtet werden sollen.

Tabelle 7/11:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Vergleich der Mageninhalte im Jahresverlauf mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL. Verwendet wurden nur Fische über 25 cm Standardlänge aus dem See und dem Zeitraum März 1975 bis Mai 1976. Weitere Erläuterungen siehe Überschrift der Tabelle 7/04.

	Jan/Feb	Mär/Apr	Mai/Jun	Jul/Aug	Sep/Okt	Nov/Dez	
Anzahl der Fische	66	41	73	19	43	57	
Jan/Feb	tau n sig	0.439 26 0.004+	0.527 24 0.001++	0.216 24 0.214	0.376 23 0.031+	0.307 24 0.069	
Mär/Apr	0.272 30 0.045+	tau n sig	0.299 18 0.102	0.185 17 0.368	0.206 16 0.318	0.317 17 0.111	
Mai/Jun	0.214 29 0.122	0.139 23 0.365	tau n sig	0.350 15 0.117	0.535 14 0.017+	0.109 17 0.591	ANZAHL
Jul/Aug	0.120 28 0.439	0.154 21 0.392	0.410 19 0.029+	tau n sig	0.617 7 0.060	0.023 12 0.930	
Sep/Okt	0.043 28 0.774	0.091 22 0.588	0.545 19 0.002+	0.529 10 0.044+	tau n sig	-0.120 13 0.620	
Nov/Dez	0.138 27 0.359	0.235 20 0.172	0.054 21 0.748	-0.058 14 0.796	-0.201 17 0.304	tau n sig	
GEWICHT							

Tab. 7/12 zeigt, daß die pelagische Komponente, in diesem Fall Fische (Aplochiton spec. und Galaxias spec.), das ganze Jahr hindurch eine zentrale Stellung einnimmt. Im Hochsommer kommen an der Wasseroberfläche terrestrische Insekten hinzu (Hymenoptera, Coleoptera, Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Brachycera, Lepidoptera), die ernährungsphysiologisch für die Forellen wegen geringer Biomasse eine untergeordnete Rolle spielen, anzahlmäßig aber zeitweise dominieren. Emergierende Insekten treten besonders im Frühjahr auf (Nematoceralarven und benthische Gruppen, Nematoceraimagines, Ephemeropteranlarven, Exuvien), ihr Frischgewicht überschreitet die 1%-Grenze jedoch nicht.

Salmo gairdnerii, lago Calafuén. Vergleich der Nahrungszusammensetzung von verschiedenen Jahreszeiten in Intervallen von zwei Monaten. Verwendet wurden nur Fische aus dem See über 25 cm Standardlänge. Weitere Erläuterungen siehe Tabelle 7/07.

	Jan/Feb		Mär/Apr		Mai/Jun		Jul/Aug		Sep/Okt		Nov/Dez	
	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht
Benthisch	0.6	0.4	0.7	0.2	2.5	1.2	0.6	0.2	10.3	0.0	4.7	0.9
Pelagisch	45.1	83.4	73.0	95.9	93.4	94.3	99.4	96.6	87.8	97.9	52.8	97.7
Neustisch	52.4	16.0	21.6	2.8	3.7	1.5	0.0	3.1	1.3	0.9	42.4	1.4
Autochthon	45.6	83.8	73.3	96.0	95.8	99.9	99.4	99.8	88.3	99.9	57.3	98.6
Energierend	4.4	0.7	7.2	0.6	2.9	0.1	0.6	0.2	11.5	0.0	37.5	0.4
Allochthon	50.0	15.5	19.5	3.4	1.4	0.1	0.0	0.0	0.3	0.1	5.2	0.9
Diversitätsindex	2.53	1.62	1.70	1.38	1.42	1.53	0.86	1.84	1.87	0.74	1.60	0.78
Standardabweichung	0.18	0.14	0.17	0.08	0.25	0.13	0.22	0.22	0.07	0.12	0.15	0.13
Anzahl Werte	59	55	24	24	69	63	14	14	23	34	51	52
Nahrungs-komponenten	Pisces, unb Pisces, Aplo- chiton Hymenoptera Coleoptera Pisces, Galax- ias Nematocera, I Orthoptera Pflanzen, al- lochton Homoptera	P P P S S S S Z Z Z Z	Pisces, Unb Pisces, Aplo- chiton Heteroptera Hymenoptera Pisces, Galax- ias Coleoptera Pflanzen, al- lochton Nematocera, p +schlüpf. I Brachycera Exuvien	P S S S S S S Z Z Z Z	Pisces, unb Pisces, Aplo- chiton Pisces, Calax- ias Steine	P P S Z	Pisces, Galax- ias Pisces, Aplo- chiton Pisces, unb Reste, unb	P P P S	Pisces, Aplo- chiton Pisces, unb Pisces, Galax- ias Nematocera, L+ benth. P	P S S S Z	Pisces, Aplo- chiton Pisces, unb Coleoptera Exuvien	P P S Z

Die Diversitätsindices liegen erwartungsgemäß im Sommer bei reichhaltigem und vielseitigem Angebot am höchsten und sind während der Wintermonate niedrig. In der Mehrzahl der Fälle ist der aus der Anzahl der Item errechnete Index größer als der aus dem Gewicht ermittelte: erbeutet wird die Nahrung zahlenmäßig in einem ausgewogenen Verhältnis, jedoch hinsichtlich Biomasse ist sie durch das hohe Gewicht der Fische einseitig ausgerichtet. Dieses Verhältnis erscheint im Winter umgekehrt: der Diversitätsindex errechnet aus dem Gewicht ist größer als der aus der Anzahl. Da jedoch nur 19 gefüllte Mägen aus den Monaten Juli/August vorliegen, deren Inhalt (drei Fraktionen verschiedener Fische) gewichtsmäßig relativ ausgeglichen ist, wird dadurch ein höherer Index errechnet. Anzahlmäßig jedoch unterliegen die Aplochitoniden den anderen Fischen, was den Index aus der Anzahl der Item in diesen Monaten herabsetzt. Eine etwas ungeschickte Einteilung der Nahrungskomponenten durch die starke Differenzierung unter den Fischen und wenig Untersuchungsmaterial, ist die Ursache für die uneinheitlichkeit dieser Berechnungen in dem diskutierten Zeitraum, die daher nicht unbedingt als repräsentativ anzusehen sind.

Die auch von ARENAS (1978) andeutungsweise aufgezeigten, jahreszeitlichen Unterschiede im lago Riñihue (Abb. 2/02) entsprechen im wesentlichen dem Angebot. Eine von ihm diskutierte Verminderung der Predation auf einheimische Fische und Decapoda (Aeglidae) durch ein weitreichendes Angebot im Sommer kann jedoch nicht bestätigt werden: der Nahrungsbedarf einer Forelle ist im Durchschnitt im Sommer größer wegen der höheren Wassertemperaturen, stärkerem Wachstum und Metabolismus und relativ kleineren Gonaden (Kap. 7.3.1.). Zwar sinken die prozentualen Zahlen für Fische und Aegla, jedoch fallen die allochtonen terrestrischen Insekten hinsichtlich Biomasse im lago Calfuén kaum ins Gewicht, ja dieser Einfluß dürfte im Gegenteil durch den größeren Nahrungsbedarf noch überkompensiert werden.

7.3.2.6. Vergleich der Nahrung von *Salmo gairdnerii* von verschiedenen Fundorten

Besonders interessant und diskussionsanregend ist der Vergleich verschiedener Seen mit unterschiedlichen Populationsdichten, zumal dieser auch in den Kapiteln über Wachstum und Fekundität durchgeführt wird. Es ergibt sich jedoch die Schwierigkeit, daß das gesammelte Material nicht von allen Fundorten gleich verteilt über den Jahresverlauf gefangen wurde, wie es für den lago Calafquén und eingeschränkt für den lago Ranco und lago Rīñihue möglich war. Aus dem lago Panguipulli liegen gar nur 16 Mägen mit Inhalt, aus dem lago Conguillio nur Mägen aus den Monaten November und Dezember vor. Ergebnisse aus dem lago Llanquihue, aus dem 12 Forellenmägen mit jeweils sehr wenig Inhalt ausschließlich aus den Wintermonaten zur Verfügung stehen, werden hier nicht berücksichtigt. Trotzdem soll der Versuch eines Vergleichs mit Rückschlüssen auf die Salmonidenpopulationen gemacht werden.

Tab. 7/13 zeigt zunächst die Ergebnisse der statistischen Auswertung mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL: zum ersten Male treten signifikante negative tau-Werte auf bei Vergleichen des Mageninhalts aus dem lago Conguillio mit dem des lago Calafquén bzw. Panguipulli. Dies bedeutet, daß Organismen, die in einem See kaum oder nicht verzehrt werden, in Forellenmägen des anderen Sees dominieren. Aus Tab. 7/14 wird dies deutlich: im stark überbevölkerten lago Conguillio (Kap. 6.3.1. und 10.2.) ist die Nahrung sehr einseitig auf Benthos, besonders auf kleine, ca. 8 mm große Trichopterenlarven (Limnephilidae) ausgerichtet, die anzahlmäßig allein 90.6% ausmachen. Die großen Decapoden Anomuren (Aegla) wurden im Mageninhalt nicht gefunden und scheinen im See überhaupt zu fehlen (Grund ?). Auch kamen pelagische Komponenten (Fische und Zooplankton) in der Nahrung nicht vor: andere Fischarten konnten in dem jungen See vulkanischen Ursprungs trotz Fangversuchen mit Reusen, Legschnüren, engmaschigen Kiemennetzen und Angel nicht nachgewiesen werden, ihre Existenz erscheint unwahrscheinlich. Das geringe Auftreten von terrestrischen Organismen im Mageninhalt ist primär jahreszeitlich bedingt. Ähnlich ist die Nahrungszusammensetzung in der laguna del Maule auch auf Benthos

Tabelle 7/13:

Salmo gairdnerii, Chile. Vergleich der Nahrungszusammensetzung verschiedener Seen mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach Kendall. Verwendet wurden nur Fische über 15 cm Standardlänge. Weitere Erläuterungen siehe Tabelle 7/04.

	Congui- llio	Calaf- quén	Pangui- pulli	Riñi- hue	Ranco	
Anzahl der Mägen mit Inhalt	64	300	16	43	96	
Conguillio	tau n sig	-0.291 38 0.019*	-0.304 29 0.037*	-0.049 34 0.703	-0.038 38 0.753	A N Z A H L
Calafquén	-0.212 44 0.059	tau n sig	0.433 29 0.003*	0.190 38 0.116	0.096 42 0.403	
Panguipulli	-0.360 34 0.006*	0.294 35 0.022*	tau n sig	0.138 29 0.341	0.092 36 0.483	
Riñihue	0.001 39 0.990	0.151 44 0.168	0.013 34 0.923	tau n sig	0.266 40 0.022*	
Ranco	-0.027 43 0.812	0.113 48 0.281	0.043 41 0.720	0.179 45 0.095	tau n sig	
G E W I C H T						

ausgerichtet, sieht man von dem jahreszeitlich bedingten Angebot an neustischen Partikeln ab. Die Auswertung der Mageninhalte wurde von MORAN/Talca vorgenommen und hier, da bisher nicht veröffentlicht, in zusammengefaßter Form dargestellt (Tab. 7/15). Im Gegensatz dazu steht das Freßverhalten der Calafquénforellen, die sich fast ausschließlich pelagisch ernähren, wie schon in den Kapiteln 7.3.2.4. und 7.3.2.5. gezeigt wurde. Die Seen Panguipulli, Riñihue und Ranco nehmen insofern eine Zwischenstellung ein, als hier die Forellen mehr oder weniger ausgeglichen sowohl Benthos als auch pelagische Komponenten verzehren.

Salmo gairdnerii, Chile. Vergleich von Mageninhalten verschiedener Seen. Verwendet wurden nur Forellen über 15 cm Standardlänge. Weitere Erläuterungen siehe Tabelle 7/07.

	Maule		Conguillio		Calafquén		Panguipulli		Rinihue		Ranco	
	Anzahl		Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht	Anzahl	Gewicht
Benthisch	35.8		99.0	91.0	2.4	0.6	17.7	1.9	11.9	19.1	36.9	9.0
Pelagisch	0.0		0.0	0.0	70.9	95.1	45.7	83.6	8.6	15.8	54.1	84.6
Neustisch	64.2		0.0	1.1	25.2	3.4	32.2	10.7	76.7	54.9	8.2	1.6
Autochton	7.5		6.3	36.2	72.3	97.1	45.7	87.2	9.1	39.0	56.7	91.8
Emergierend	90.6		93.2	61.3	8.7	0.3	21.8	2.5	69.3	41.3	37.8	7.1
Allochton	1.9		0.5	2.6	19.1	2.6	32.4	10.3	21.6	19.7	5.4	1.1
Diversitäts- index	-		0.87	2.59	2.41	1.32	(2.57)	1.23	2.04	3.11	2.48	2.49
Standard- abweichung	-		0.36	0.16	0.15	0.07	0.10	0.43	0.19	0.12	0.27	0.53
Anzahl Werte	-		60	53	290	275	4	12	32	35	91	92
Nahrungs- komponenten	siehe Tabelle 7/13		Trichoptera Larven Gastropoda Chilina sp. Amphipoda Steine Nematocera L.+benth.P. Pflanzen allochton Pflanzen Trichoptera aurochton pharate P. Plecoptera L. Forelleneier	Trichoptera Larven Gastropoda Chilina sp. Amphipoda Steine Nematocera L.+benth.P. Pflanzen allochton Pflanzen Trichoptera aurochton pharate P. Plecoptera L. Forelleneier	Pisces unb. Pisces Aplo- chiton sp. Pisces Galax- ias sp. Hymenoptera Coleoptera Exuvien	Pisces unb. Pisces Aplo- chiton sp. Pisces Galax- ias sp. Hymenoptera Coleoptera Exuvien	Pisces unb. Pisces Galax- ias sp. Hymenoptera S Trichoptera Larven Pflanzen allochton Nematocera L. Z +benth. P. S Trichoptera Nematocera neu. pharate P. P.+schl.I. Nematocera Imagines	P Trichoptera S Imagines Hymenoptera S Coleoptera S Pisces unb. Pflanzen S allochton Nematocera L. Z +benth. P. S Trichoptera Nematocera neu. pharate P. P.+schl.I. Nematocera Imagines	P Trichoptera S Imagines Hymenoptera S Coleoptera S Pisces unb. Pflanzen S allochton Nematocera L. Z +benth. P. S Trichoptera Nematocera neu. pharate P. P.+schl.I. Nematocera Imagines	P Trichoptera S Imagines Hymenoptera S Coleoptera S Pisces unb. Pflanzen S allochton Nematocera L. Z +benth. P. S Trichoptera Nematocera neu. pharate P. P.+schl.I. Nematocera Imagines	P Trichoptera S Imagines Hymenoptera S Coleoptera S Pisces unb. Pflanzen S allochton Nematocera L. Z +benth. P. S Trichoptera Nematocera neu. pharate P. P.+schl.I. Nematocera Imagines	P Trichoptera S Imagines Hymenoptera S Coleoptera S Pisces unb. Pflanzen S allochton Nematocera L. Z +benth. P. S Trichoptera Nematocera neu. pharate P. P.+schl.I. Nematocera Imagines

Tabelle 7/15:

Salmo gairdnerii, laguna del Maule. Mageninhalt von 42 geangelten Forellen vom 23. bis 26. Januar 1975. Werte nach MORÁN / Talca (zusammengefaßt). Weitere in dieser Arbeit verwendete Daten stammen von demselben Material.

Komponente	Frequenz		Anzahl	
	(Anzahl Mägen)	%	n	%
Pflanzen, autochton	7	16.7	-	-
Pflanzen, allochton	10	23.8	-	-
Steine	9	21.4	-	-
Trichoptera, Larven	1	2.4	6	0.29
Plecoptera, Larven	1	2.4	3	0.14
Nematocera, Chironomidae, L.	10	23.8	584	27.89
Nematocera, Chironomidae, P.	27	64.3	896	42.79
Nematocera, Imagines	8	19.0	409	19.53
Homoptera	5	11.9	15	0.72
Lepidoptera	2	4.8	2	0.10
Hymenoptera	1	2.4	3	0.14
Brachycera	7	16.7	18	0.86
Ostracoda	13	31.0	44	2.10
Amphipoda	1	2.4	14	0.67
Gastropoda, aquatisch	4	9.5	7	0.33
Hydrocorisae	17	40.5	92	4.39
Reptilia, Lacertidae	1	2.4	1	0.05
Vogelfedern	3	7.1	-	-
Summe	127		2 094	

Die hier diskutierte Erscheinung ist in Abb. 7/02 nochmals graphisch aufgetragen, obwohl sie in dieser vereinfachten Form leicht überinterpretiert werden kann: je größer die mittlere Endlänge der Forellen ist, desto ausschließlicher werden pelagische Komponenten (Fische und Zooplankton) verzehrt. Die Erklärung des L_{∞} -Wertes (x-Achse) findet man in Kap. 6.2.3.2.. Zur Darstellung auf der y-Achse wurden nur die benthischen und pelagischen Komponenten berücksichtigt, deren Summe 100 % ausmacht. Neustische Partikel unterliegen starken jahreszeitlichen Schwankungen im Angebot und gingen daher nicht in die Rechnung ein. Die diskutierte Beziehung zwischen Endlänge und Strata der Nahrungsaufnahme dokumentiert deutlich, daß bei steigender Populationsdichte (Kap. 6.3.1. und 10.2.) die Forellen vermehrt zu Benthosnahrung

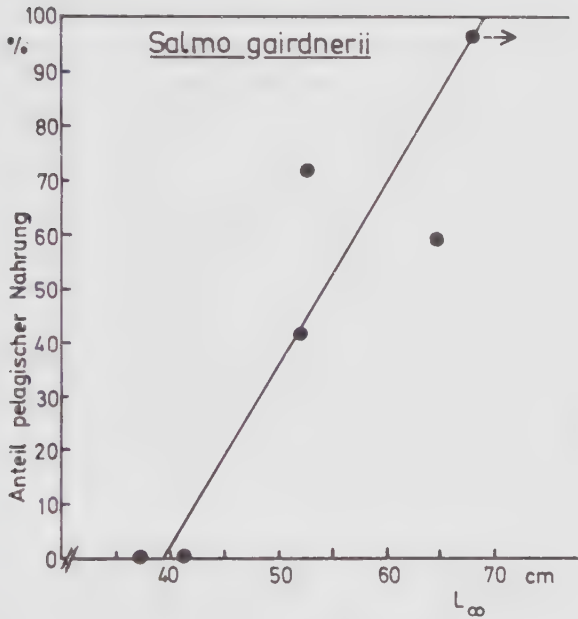


Abbildung 7/02:

Salmo gairdnerii, Chile. Beziehung zwischen dem Anteil der pelagischer Nahrungskomponenten im Mageninhalt (in %, y-Achse) und der mittleren Endlänge (in cm, x-Achse). Mittelwerte von Forellen über 15 cm Standardlänge aus 6 verschiedenen Seen: Maule, Conguillio, Calafquén, Panguipulli, Riñihue und Ranco. Einbezogen wurde ausschließlich die Anzahl der benthischen und pelagischen Komponenten, der Korrelationskoeffizient ist auf dem 95 %-Niveau signifikant.

übergehen. Fragt man sich jedoch, warum im lago Conguillio und in der laguna del Maule keine pelagischen Fische vorhanden sind (daß sie fehlen, kann als sicher angenommen werden), so gibt es dafür zwei Möglichkeiten: 1. sie wurden von den Forellen bei steigender Populationsdichte und dadurch bedingten erhöhten Predationsdruck dezimiert und ausgerottet, 2. es hat sie von Anfang an nie gegeben. Im Fall 1., der für die laguna del Maule angenommen werden kann, wäre die Auftragsweise der Abb. 7/02 berechtigt: die Populationsdichte (hier aufgetragen die mittlere Endlänge) verursacht ab einem gewissen kritischen Wert Dezimierung der pelagischen Komponenten. Im Fall 2., der für den lago Conguillio wahrscheinlich ist, da sie durch Versickerung durch vulkanisches Lockergestein entwässert, wäre eine umgekehrte Auftragung ebenso gerechtfertigt: Energetisch minderwertige Benthosnahrung erlaubt nur niedrige Wachstumsleistungen, Fischnahrung dagegen hohe.

Die Entscheidung dieser Frage erleichtert die schon in Kap. 6.3.4. erwähnte Beobachtung, daß das Wachstum der Forellen in der laguna del Maule bis in die 50-iger Jahre hinein wesentlich besser gewesen ist (FERROCARRILES DEL ESTADO, 1951, 1962, HAIG-BROWN 1954, DEBUEN 1959, Kap. 6.3. und 10.2.). Zwar läßt sich die Dezimierung pelagischer Fische durch die Forellen nicht nachweisen, jedoch gibt es ein interessantes Parallelbeispiel dazu: aus Forellenmägen des Jahres 1956 wurde der Holotyp der anscheinend dort endemischen *Aegla maulensis* (Decapoda) beschrieben (BAHAMONDE u.a. 1963) und noch 1958 von DEBUEN (1959) relativ häufig in der Nahrung nachgewiesen. Nach dem Bau einer Staumauer ca. 1953, der die freie Abwanderung überschüssiger Forellen in diesem kaum befischten See unterband, verzweigten die Forellen immer mehr (siehe auch Kap. 6.3. und 10.2.), was gut durch die anwachsende intraspezifische Konkurrenz und damit begrenzte Nahrungsmenge pro Fisch erklärt werden kann. *Aegla maulensis* ist heute nicht mehr in den Mägen zu finden (Tab. 7/15) und konnte trotz intensiver Suche im See unter Steinen, ihrem gewöhnlichen Habitat, auch nicht nachgewiesen werden.

Ein ähnliches Beispiel aus dem lago Titicaca, Perú / Bolivien untermauert die These, daß Forellen bei steigender Populationsdichte bevorzugte Nahrungskomponenten dezimieren und dann zu Benthosnahrung übergehen. Die endemische Zahnkarpfengattung *Orestias* erfuhr, ähnlich den Darwinfinken der Galapagosinseln, eine adaptive Radiation und bildete verschieden Formen, die sich in Räuber, Planktonfresser, Uferbewohner, Tiefenform usw. differenzierten (VILLWOCK 1966). Die Einfuhr von Salmoniden, in erster Linie der Regenbogenforelle ca. 1940 (URQUIDI 1969, EVERETT 1973) brachte das empfindliche Gleichgewicht der Arten durcheinander: schon bald soll der See mit Forellen überbevölkert gewesen sein (HOLLOWAY 1950), die sich fast ausschließlich von *Orestias*-Arten ernährten (EVERETT 1971 a, b). Bereits 1960 fehlte bereits die größte, wie *Salmo gairdnerii* räuberisch lebende Zahnkarpfenart *O. cuvieri* (VILLWOCK 1966, 1972). Die kommerzielle Forellenfischerei erhöhte sich bis auf ca. 500 Tonnen/Jahr und erreichte 1965 ihr Maximum (EVERETT, 1973). Die *Orestias*-Bestände brachen in den Folgejahren zusammen, so daß der See bald praktisch *Orestias*-frei war (Vermutung von VILLWOCK 1972). Auch die Forellen mußte sich umstellen und ernährten sich dann vorwiegend von Wasser- und Landinsekten, gelegentlich, auch von Anneliden, Crustaceen, Mollusken und Fischen (BUSTAMANTE 1975). Daß damit auch die Rekordzahlen der kommerziellen Fischerei stark abnahmen (EVERETT 1973), ist eine einleuchtende Folgeerscheinung. Bei meinen Besuchen 1976, besonders aber 1978 beklagte man allgemein die schlechten Forellenerträge, während die Fischer jedoch wieder *Orestias*-arten sackweise von den Fischzügen heimbrachten. Dies läßt auf eine weitgehende Erholung der Zahnkarpfenbestände nach der Forellendekimierung schließen. Wenige von mir untersuchte Exemplare der Regenbogenforelle hatten jetzt wieder ausschließlich die Zahnkarpfen verzehrt und wiesen ähnlich dem lago Calafquén alle Merkmale einer unterbevölkertern Population auf: hohe Konditionsfaktoren, schnelles Wachstum, sehr viel Fett in der Leibeshöhle (siehe auch Kap. 6.3. und 10.3.). Es ist möglich, daß in Zukunft ein Oszillieren der Populationsstärken beider Gruppen mit einer gewissen zeitlichen Verschiebung (siehe KREBS 1972, Kap. 1.3.) auftreten wird. Denkbar ist auch, daß sich die Forellen nicht zuletzt wegen der mittlerweile wohl starken Verfolgung an den Laichflüssen während der Fortpflanzungszeit und dem Einstellen der Arbeit der Forellenbrutanstalt in Chucuito / Perú auf ihrem niedrigen Level halten werden.

Auch mit den Diversitätsindices (Tab. 7/14) lassen sich, wenn auch mit Mühe, die schon diskutierte Wechselbeziehungen zwischen Populationsdichte und Nahrungsnische nachvollziehen. Im unterbevölkerten lago Calafquén, wo die Nahrungsmenge pro Fisch kaum begrenzt zu sein scheint, ernähren sich die Forellen einseitig von pelagischen Fischen, die Diversitätsindices sind niedrig. Dies wird besonders aus Tab. 7/10 ersichtlich, wo sie bei großen Forellen bis auf 0.62 zurückgehen. Die Werte der Tab. 7/14 sind insofern schlecht mit den übrigen Seen vergleichbar, weil sie Daten des ganzen Jahresverlaufs und aller Größenklassen enthalten, während das Material der anderen Seen stets in Menge, Größenklasse, Jahreszeit o.ä. begrenzt war. Der lago Ranco, der Salmonidenpopulationen mit guten Wuchs (Tab. 6/02), relativ hohem Konditionsfaktor (Tab. 6/10) und intensiver Befischungsintensität beherbergt hat hohe Diversitätsindices, da durch die besprochene Habitaterweiterung viele pelagische und benthische Nahrungskomponenten im ausgewogenen Maße gefressen werden. Dies gilt ebenso für den lago Riñihue, während die Daten des lago Panguipulli, wegen der nur 16 untersuchten Mägen mit Inhalt, nicht als repräsentativ anzusehen sind. Bei weiter steigender Individuendichte der Forellen kommt es durch zu starken Predationsdruck sekundär zu erneuter Erniedrigung der Diversität der Nahrung durch Dezimierung und Ausrottung bevorzugter Komponenten. Die Werte des lago Conguillio seien dafür ein Beispiel. Die Indices konnten leider für die laguna del Maule nicht berechnet werden, da mir die dafür notwendigen Inhalte der Einzelmägen nicht zur Verfügung stehen. Jedoch sind auch hier geringe Diversitäten zu erwarten. Für die Praxis läßt sich folgende Faustregel ableiten: Optimal genutzte Forellenbestände zeichnen sich durch hohe Diversität in der Nahrung aus. Ist das Freßverhalten einseitig auf pelagische Fische oder Benthos ausgerichtet, so deutet das auf Salmonidenpopulationen geringer Dichte mit ungenutztem Potential bzw. auf zu hohe Dichte mit ebenfalls erniedrigten Erträgen hin.

Aus den vorhergegangenen Betrachtungen läßt sich auch die Beliebtheit der einzelnen Nahrungsgruppen herleiten:

1. pelagische Fische, 2. Anflugnahrung terrestrischer und emergierender Insekten, 3. Benthos, besonders Trichopteren und Aegla.

7.3.2.7. Die Ernährung der Forellen in Chile: Überblick

In Tab. 7/16 wurden die detaillierten Ergebnisse aller Magenanalysen aus Südkhile vom lago Conguillio im Norden bis Pto. Montt im Süden dargestellt. Hierin gingen die Daten der Forellen aller Größenklassen, Jahreszeiten, Fundorte und beider untersuchter Arten ein, deren Unterschiede und Gemeinsamkeit vorher diskutiert und deren Gesamtfressverhalten im kommenden im allgemeinen Überblick behandelt werden soll.

Es wurden mehr allochtones als autochtones Pflanzenmaterial aufgenommen, in der Hauptsache kleine Holzstückchen. Naheliegend bei dem überwiegenden Auftreten von Trichopterenlarven in der Nahrung ist, daß diese entweder von zerstörten Gehäusen selbst stammen, oder von den Forellen für solche gehalten wurden. Das seltenere autochtones Material (Charastückchen, Grünalgen) bietet in dieser Hinsicht keine Verwechslungsmöglichkeiten. Ebenso ist das Auftreten von Steinen und Sand erklärbar, obwohl es dabei vereinzelt Brocken erstaunlicher Größe gibt, die nur aktiv und kaum durch Verwechslung aufgenommen worden sein können.

Unter den Insektenlarven dominieren die Trichopteren vor Nematoceren bzw. Plecopteren. Obwohl die letzteren vom energetischen Standpunkt aus attraktiver wären, werden Köcherfliegenlarven wohl wegen ihrer leichten Auffindbarkeit in Seen bevorzugt, während sich Mückenlarven im Sediment (Chironomiden) oder die Steinfliegen geschützt zwischen und unter Steinen aufhalten.

Die Imagines der emergierenden Insekten werden hauptsächlich während der Eiablage an der Wasseroberfläche erbeutet, wobei auch wieder hauptsächlich Trichoptera und Nematocera wohl ihrer größeren Abundanz wegen gefressen werden. Man beobachtete jahreszeitlich bedingte Schwärmperioden, die mit dem Auftreten dieser Organismen in der Forellennahrung korreliert sind. Dieses gilt ebenso für viele terrestrische Arthropoden, besonders Hymenopteren (Formicidae) und Coleoptera. Die Aufnahme dieser Organismen richtet sich nach dem aktuellen Angebot.

Tabelle 7/16:

Salmo trutta und S. gairdnerii, lago Conguillio bis lago Llanquihue.
Tabelle des Mageninhaltes von 671 Fischen mit gefüllten Mägen. Alle
Angaben in Prozent der Gesamtmägen, der Gesamtzahl aller Organismen
(88 494) b.z.w. des Gesamtfrischgewichtes (5 162.11 g). Weitere Er-
läuterungen siehe Text.

Nahrungskomponente	Frequenz	Anzahl	Gewicht
<u>Pflanzen und abiotisches Material</u>			
Pflanzen autochton	4.2	0.3	0.2
Pflanzen allochton	10.0	0.6	0.4
Steine	8.8	0.5	1.4
Sand	0.1	-	0.0
<u>Larven und Puppen emergierender Insekten</u>			
Trichoptera, Larven und Puppen	18.0	69.5	3.8
Trichoptera, pharate Puppen	2.5	0.4	0.1
Plecoptera, Larven	8.6	0.7	0.5
Ephemeroptera, Larven	3.0	0.1	0.0
Odonata, Larven	1.2	0.0	0.1
Nematocera, Larven + benth. Puppen	11.8	2.7	0.2
Nematocera, neust. Puppen + schl. Imag.	8.5	0.6	0.0
Brachycera, Larven	0.3	0.3	0.1
<u>Imagines emergierender Insekten</u>			
Trichoptera, Imagines	2.8	3.9	0.9
Plecoptera, Imagines	1.5	0.0	0.0
Ephemeroptera, Imagines	0.1	0.0	0.0
Odonata, Imagines	0.3	0.0	0.0
Nematocera, Imagines	5.4	0.5	0.1
<u>terrestrische Arthropoden</u>			
Orthoptera	1.5	0.0	0.0
Homoptera	3.7	4.9	0.3
Heteroptera	3.9	0.1	0.1
Lepidoptera	0.7	0.0	0.0
Coleoptera, terrestrisch	8.3	0.6	0.6
Hymenoptera	7.3	1.6	0.9
Colembola	0.6	0.0	0.0
Brachycera, Imagines	4.5	0.1	0.0
Arachnida	1.6	0.0	0.0
Diplopoda	0.1	0.0	0.0
<u>Fische und Fischeier</u>			
Fische, unbestimbar	35.0	2.7	12.9
Aplocheilichthys sp.	21.9	0.7	54.6
Galaxias sp.	5.2	1.0	4.1
Atherinidae	1.2	0.0	4.3
Engraulis ringens	0.1	0.0	0.5
Forelleneier	1.5	0.2	0.3
Atherinideneier	0.1	0.0	0.0

Tabelle 7/16 (Fortsetzung)

Nahrungskomponente	Frequenz	Anzahl	Gewicht
<u>Crustaceen</u>			
Decapoda, Aegla sp.	8.6	0.2	7.0
Decapoda, Parastacus spinifrons	1.0	0.0	0.6
Cladocera	0.7	2.8	0.1
Copepoda	0.1	0.0	0.0
Amphipoda	7.0	1.7	0.2
<u>restliche aquatische Tiere</u>			
Hirudineen	1.0	0.1	0.0
Gastropoda, Chilina sp.	6.1	2.4	1.0
Bivalvia	0.7	0.0	0.0
Heteroptera, Hydrocorisae	0.3	0.0	0.0
Coleoptera, Larven	1.2	0.0	0.0
Coleoptera, Dytiscidae, Imagines	0.1	0.0	0.0
Nematoda, freilebend	1.8	0.0	0.0
<u>restliche terrestrische Tiere</u>			
Mamalia, Muridae, Rattus norvegicus	0.1	0.0	0.9
Aves, Vogelfedern	0.6	0.0	0.0
Gastropoda, terrestrisch	0.6	0.0	0.0
Oligochaeta, Lumbricidae	0.3	0.0	0.0
<u>Reste</u>			
Fischreste	1.0	-	0.1
Exuvienreste	3.3	-	0.1
Reste terrestrischer Insekten	4.9	-	0.3
Reste aquatischer Insekten	6.4	-	0.9
Detritus	3.1	-	1.1
Reste, undefinierbar	6.3	-	1.8

Die Mehrzahl der Fische im Magen der Forellen war leider, da es sich um Jungfische handelte, unbestimmbar. Ein Überwiegen der Galaxiden ist sehr wahrscheinlich, da diese sich aber von den Aplochitoniden in erster Linie durch die Stellung der Dorsal- zur Ventralflosse unterscheiden, und nur in seltenen Fällen beide Flossen dieser leicht verdaulichen Fischchen erkennbar waren, glückte die sichere Bestimmung nur ausnahmsweise. Jedoch läßt sich eindeutig feststellen, daß außer Galaxiden (*G. maculatus/alpinus* und *G. platei*), Aplochitoniden (*A. taeniatus*, *A. zebra*), Atheriniden (*Basilichthys australis* und *Odontesthes wiebrichi*) und zwei "Anchovetas" (*Engraulis ringes*) in einer Regenbogenforelle aus dem Meer keine anderen Fische im Mageninhalt gefunden wurden. In den hauptsächlich untersuchten Gewässern

waren aber nachweislich verschiedene Arten von Siluriformes und Perciformes vorhanden. Predation auf andere als die oben genannten Arten dürfte daher selten oder ausgeschlossen sein (siehe auch: AREANS 1978). Verfolgung der eigenen oder der Schwesternart, wie sie beispielsweise BURNET (1959) SMITH (1956) und PECHLANER (1966) beschreiben, wurde in keinem Fall nachgewiesen. Junge Forellen halten sich vorwiegend in kleinen Fließgewässern oder im Litoral auf, erst die größeren wechseln ins Pelagial über. Die Habitate sind also normalerweise streng getrennt. Dies zeigt folgendes Gegenbeispiel: als es einer größeren *Salmo trutta* gelang, mit dem Wasserzulauf in ein Aufzuchtbecken mit Regenbogenforellen zu gelangen, fraß sie innerhalb kurzer Zeit 10 Jungfische der Schwesternart. Hier lag diese Habitattrennung zur Vermeidung der Predation unter Forellen bei steilen Beckenwänden und dichtem Besatz nicht vor. Nur unter ähnlichen "extremen" Bedingungen, wie z.B. starke Eisbedeckung von Hochgebirgsseen (die die Jungforellen aus dem Litoral zur Halde oder zum Profundal verdrängt) oder vielleicht sehr großen Populationsdichten (bei denen durch intraspez. Druck Forellen ihr "normales" Habitat verlassen müssen), kann ich mir vorstellen, daß Verfolgung unter Forellen sozusagen als letztes Mittel der Regulierung der Populationsdichte (siehe auch Kap. 10.2.) auftritt.

Salmonideneier wurden in einigen Fällen in Mägen aus dem lago Conguillio und den Zuflüssen zum lago Ranco am Ende der Laichzeit nachgewiesen. Da nach der Fortpflanzung die Nahrungsaufnahme wieder besonders stark einsetzt (Kap. 7.3.1.) und arteigener Laich vermehrt und ohne Mühe erreichbar ist, führt dies gelegentlich zu dem besprochenen Phänomen. Ihm kann wegen seiner relativen Bedeutungslosigkeit jedoch keine populationsregulierende Funktion beigemessen werden. Die in einem Fall am lago Calafquén nachgewiesene Aufnahme von *Atheriniden* laich scheint ein Artefakt zu sein: beide vorkommenden Arten dieser Familie beginnen mit der Fortpflanzung im Frühjahr beim Erreichen einer Wassertemperatur von 13° C. Sie kleben ihre Eier in Ufernähe an Pflanzen an. Gelegentlich taten sie dieses auch in den ausgestellten Kiemennetzen weiter vom Ufer entfernt. Beim Abfressen dieses Laichs muß sich die erwähnte Regenbogenforelle gefangen haben.

Der Decapode Aegla hat lokal eine relativ große Bedeutung im "Speiseplan" der Salmoniden (siehe auch BURNS 1972). Seine Carotinoide sind für die oftmals rosarote Fleischfarbe (DEUFEL 1965) der Forellen aus den Andenfußseen verantwortlich: die folgenden prozentualen Gewichtsangaben dieser Crustaceen mögen das untermauern (Anzahl untersuchter Fische in Klammern):

Ort	Fleischfarbe der Forellen	
	rot	weiß
Südchile (Villarica-bis Pto. Montt)	10.2 % (285)	2.8 % (220)
lago Ranco	24.2 % (94)	4.3 % (34)

Die auch im lago Conguillio, in dem Aegla nicht vorhanden ist, sehr unterschiedlichen Färbungen des Forellenfleisches fanden jedoch keine Erklärung. Die einzige Crustaceengruppe (Amphipoden) wies keine Differenzen in der Nahrung beider Forellengruppen auf. Die mit wirklich unterschiedlichen Gewichtsprozenten auftretenden Nematocerenlarven und -puppen können als verstärkt carotinoidhaltig ausgeschlossen werden:

Komponente	Fleischfarbe der Forellen	
	rot (33)	weiß (32)
Amphipoda	4.7 %	5.7 %
Nematoceralarven und benthische -puppen	2.8 %	0.1 %

Zooplankton (Cladocera) fand sich ausschließlich im lago Ranco in der Forellennahrung. Die Jagd nach diesen kleinen Organismen kann nicht als Notsituation der Forellen in diesem See gedeutet werden, wie PECHLANER (1966) und NÜMANN (1965) diese Erscheinung interpretieren. Auch handelte es sich nicht um Jungfische, bei denen kaum Zooplankton im Mageninhalt nachgewiesen wurde.

8. Die Salmoniden und die autochtone Süßwasserfauna

=====

Die Schwierigkeiten dieser Diskussion sind bedingt durch die bruchstückhafte Kenntnis der Ökologie chilenischer Süßwasserarten, die bisher, wenn überhaupt, systematisch bearbeitet wurden. Jedoch lassen sich einige allgemeine Thesen aufstellen und aus Vergleichen mit anderen Ländern, besonders Neuseeland (ALLEN 1961, MCDOWALL, 1968), dem die chilenische Region klimatisch und tiergeographisch verwandt ist (KUSCHEL 1960, FITTKAU u.a. 1968, 1969, BRUNDIN 1956, ZWICK 1974, 1975, ILLIES 1961, MCDOWALL 1971), Rückschlüsse ziehen. Trotzdem sind manche hier gemachten Aussagen nicht voll abgesichert, sondern aus persönlichen Erfahrungen und Beobachtungen gewonnen und unter subjektivem Blickwinkel betrachtet.

8.1. Anmerkungen zur Tiergeographie und Ökologie der autochtonen chilenischen Binnengewässerfauna

Chile hat ringsum natürliche Grenzen, die besonders für die Süßwasserfauna schwer passierbar sind: die Andenkordillere im Osten, Wüste im Norden, Eis im Süden und den Pazifik im Westen.

Der Lebensraum ist geologisch sehr jung: im Miozän (ca. 25 bis $11 \cdot 10^6$ Jahre) existierte noch eine Verbindung der beiden Ozeane im Gebiet von Valdivia und weiter südlich (ca. 40° - 47° , ZEIL 1964). Die Hebung der andinen Geosynklinale erfolgte dann besonders im Pliozän (ca. 11 bis $2 \cdot 10^6$ Jahre, PUTZER 1968).

Vier Vergletscherungen während der Eiszeit bedeckten die Hochkordillere bis ins chilenische Längstal (siehe Kap. 2.1.) und waren verbunden mit eustatischen Meeresspiegelschwankungen (FAIRBRIDGE 1961). Diese Faktoren sorgten dafür, daß nur eine artenarme Fauna in Chile entwickelt ist und nur wenige ökologische Nischen gebildet wurden (NOODT 1961, NOODT u.a. 1962). Je "ungesättigter" ein Ökosystem ist, desto labiler ist sein Gleichgewicht, desto weniger scharf begrenzt sind die ökologischen Nischen (siehe auch ILLIES 1968) und desto leichter gelingt eine "erfolgreiche" Anpassung fremder Arten wie auch MCDOWALL (1968) für Inseln allgemein, und Neuseeland im besonderen, feststellte. Ein Extrembeispiel dafür sind die im Südpazifik gelegenen subantarktischen Kerguelen, die durch Fehlen jeglicher Fischfauna in den Binnengewässern der Salmonideneinbürgerung keinerlei

Schwierigkeiten bereitete (LESEL u.a. 1972). Dies läßt sich ähnlich auch Chile mit seiner "Insellage" im amerikanischen Subkontinent feststellen, da die gegebenen Grenzen besonders für Süßwasserorganismen unpassierbar sind (siehe Kap. 2.1.). Schwieriger oder manchmal unmöglich ist hingegen die Akklimatisation von fremden Lebewesen in artenreichen, und durch vielseitig gebildete Nischen komplexen und stabilen Ökosystemen, wie sie meist auf vielen der großen Kontinenten zu finden sind: so schlug z.B. die Anpassung von Drossel, Feldlerche und Goldfink in den USA fehl, glückte jedoch leicht in Neuseeland (MCDOWALL, 1968). Britische Pflanzen ließen sich in großer Artenfülle in Neuseeland ansiedeln, jedoch schlugen umgekehrt die Einbürgerungsversuche neuseeländischer Gewächse in England fehl. Auch in Chile gibt es zahllose europäische Pflanzen: Gräser und Wiesenblumen bestimmt man zweckmäßigerweise mit europäischer Literatur, Brombeere (*Rubus fruticosus*) und Stechginster (*Ulex europaeus*) sind in Chile außer Kontrolle geraten und lokal zu wahren Landplagen geworden. *Pinus radiata* und *Pinus insignis* zeigen in Chile höhere Zuwachsraten als in ihrer Stammheimat Nordamerika. Der Karpfen (*Cyprinus carpio*) gehört ebenso wie die Schleie (*Tinca tinca*), Zwergwels (*Ictalurus nebulosus*) und Koboldkärpfling (*Gambusia affinis*) zu den zahlreichen importierten Fischarten (DEBUEN 1959, CAMPOS 1970, 1973), die sich jedoch nur teilweise durchsetzen konnten.

Die Einbürgerung von Forellen der Gattung *Salmo* gelang in chilenischen Binnengewässer relativ leicht, während sie z.B. bei der Regenbogenforelle im Clear Lake/Manitoba, Kanada, ebenso wie in einigen Nachbarseen fehlschlug (RAWSON 1945). Auch die Bestände von *S. gairdnerii* in vielen mitteleuropäischen Binnengewässern können hauptsächlich nur durch Besatz aufrecht erhalten werden. Wahrscheinlich kann auch die bisher vielfach erfolglose Bemühung der Lachseinfuhr nach Chile (siehe Kap. 2.2.1.) dadurch erklärt werden, daß die im Gegensatz zu den Binnengewässern ausgesprochen fruchtbaren und artenreichen chilenischen Küstengewässer mit der Vielzahl gebildeter Nischen besonders bei potentiellen Konkurrenten der Salmoniden und einem entsprechend stabilen ökologischen Gleichgewicht die Akklimatisation erschweren oder gar unmöglich machen.

In Chile gibt es außer der Meeräsche (*Mugil cephalus*), die gelegentlich ins Brack- und Süßwasser der Flußmündungen eindringt, keine herbivoren Fischarten. Alle sind nach heutigen Kenntnissen mehr oder weniger carnivor, jedoch außer *Percichthys trucha* (mit seltenen Ausnahmen bei anderen Arten URZUA u.a. 1977, CAMPOS 1970) nicht piscivor. In Tab. 8/01 sind die einheimischen Fischarten aufgezählt, die schon GOLUSDA (1972) als schlecht an ihren Lebensraum angepaßt bezeichnet. Außerdem werden kurz einige ökologische Daten, soweit bekannt, angegeben.

Von den 34 autochtonen chilenischen Fischarten der Binnengewässer (diese Zahl kann sich durch anstehende systematische Bearbeitungen noch leicht ändern) sind 6 euryhaline Meeressfische (*Mugilidae*, *Notothenidae*, *Sciaenidae*), 12 ozeanischen Ursprungs (*Atherinidae*, *Serranidae*), 9 amazonischer Herkunft (*Siluriformes*, *Characidae*) und 6 Arten als peripherere Süßwasserfische einzustufen (*Galaxiidae*, *Aplochitonidae*), die Beziehungen zum Gondwanalandkontinent aufweisen. Die einzige Art in Chile der *Cyprinodontidae* (primäre Süßwasserfische) gehört zur endemischen Gattung *Orestias* im Altiplano.

8.2. Auswirkung der Salmonidenimporte auf die autochthone Binnengewässerfauna

Predation auf die wirbellose Süßwasserfauna ist mit der Forelleneinfuhr keine neue Erscheinung in chilenischen Binnengewässern, denn fast alle der autochtonen Fische sind carnivor, jedoch nur ausnahmsweise piscivor (Tab. 8/01). Die Verluste der Evertebraten dürften normalerweise durch die Produktion ausgeglichen werden, solange der Predationsdruck durch zu dichte Fischpopulationen nicht zu groß wird. ALLEN (1961) konnte in Neuseeland keine signifikanten Unterschiede in Biomasse, Zusammensetzung und Artenzahl der wirbellosen Bodenfauna in forellenfreien und durch Salmoniden besiedelten Gewässern feststellen. Was die terrestrische Komponente der Nahrung allochtoner Landinsekten betrifft, ist ihr Verlust durch das Auftreffen auf die Wasseroberfläche sowie so gegeben, so daß auch hier die importierten Topcarnivoren keine Faunenveränderung hervorrufen können. Bliebe als Hauptgesichtspunkt der weiteren Diskussion das vornehmlich piscivore Verhalten der Forellen zu beurteilen, sowie mögliche Folgen der Konkurrenz.

Tabelle 8/01:

Liste der in chilenischen Binnengewässern einheimischen Fischarten mit Daten über ihre Verbreitung, ökologischen Ansprüche und möglicher Wechselwirkungen mit den importierten Forellen der Gattung *Salmo*.

Art	Vorkommen in Chile	Nahrung	Biotop / Habitat	Wechselwirkung mit Forellen Predation Konkurrenz um Nahrung Habitat			Bemerkungen	Literatur
<u>Salmoniformes, Galaxiidae</u>								
1 <i>Galaxias maculatus</i> / <i>alpinus</i>	Aconcagua-Feuerland	Zooplankton, terr. Insekten, -larven, Benthos	Bäche, Flüsse, Seen, Ästuare. Litoral + Sublitoral	++	+	+	wahrscheinlich zwei Arten	EIGENMANN 1927, FISCHER 1963, MCDOWALL 1968, 1971, CAMPOS 1970, 1973, FOWLER 1971, 1973, ARENAS 1978
2 <i>Galaxias platei</i>	Valdivia-Feuerland	Benthos	Bäche, Flüsse, Seen, Ästuare. Litoral + Profundal	+	+	+		EIGENMANN 1927, MCDOWALL 1971, 1973, ARENAS 1978
3 <i>Galaxias globiceps</i>	Los Alerces / Pto. Montt	?	Bach	?	?	?	1978 erneuter Nachweis seit 1919	EIGENMANN 1927, MCDOWALL 1971, JARA mündlich
4 <i>Brachygalaxias bullocki</i>	Concepción-Chiloe Küstenkordillere	Zooplankton, Benthos	Bäche, Tümpel, Seeufer, Dystrophe Gewässer, zwischen Pflanzen	-	(+)	(+)		EIGENMANN 1927, FISCHER 1963, MCDOWALL 1971, 1973, FOWLER 1940
<u>Salmoniformes, Aplochitonidae</u>								
5 <i>Aplochiton taeniatus</i>	Villarica-Feuerland	Insekten, Plankton (?)	Bäche, Flüsse, Seen, Ästuare. Pelagial, Litoral	++	+	+	Synonym von <i>A. marinus</i> (?)	EIGENMANN 1927, MCDOWALL 1971
6 <i>Aplochiton zebra</i>	Calafquén - Pto. Arenas	" "	" "	++	+	+		EIGENMANN 1927, MCDOWALL 1971
<u>Cypriniformes, Characidae</u>								
7 <i>Cheirodon pisciculus</i>	Vallenar-río Maipo	Zooplankton, Insektenlarven, Detritus	Tümpel, ruhige wärmere Gewässer, zwischen Pflanzen	-	-	-		EIGENMANN 1927, MANN 1954, DUARTE u.a. 1971
8 <i>Cheirodon golusdae</i>	San Javier-Temuco	" "	" "	-	-	-		EIGENMANN 1927, MANN 1954, FISCHER 1963
9 <i>Cheirodon australe</i>	Valdivia-Pto. Montt	" "	" "	-	-	-		EIGENMANN 1927, MANN 1954
<u>Siluriformes, Diplomystidae</u>								
10 <i>Diplomystes chilensis</i>	Valparaiso-Valdivia	Benthos	Flüsse, Seen, Benthos	-	+	+	früher weitverbreitet, heute nur <i>Rinihue</i> (?)	EIGENMANN 1927, ARENAS 1978, FOWLER 1940
<u>Siluriformes, Trichomycteridae</u>								
11 <i>Trichomycterus rivulatus</i>	Altiplano, Quebradas nördlich von Iquique	Benthos	Fließgewässer mit + ohne Pflanzenwuchs, Profundal von Seen.	-	+	+	häufig auch im lago Titicaca	EIGENMANN 1942, TCHERNAVIN 1944/45, MANN 1954
12 <i>Trichomycterus chiltoni</i>	San Javier - Concepción	"	Fließgewässer	-	+	+		MANN 1954, ARRIATA u.a. 1978
13 <i>Trichomycterus aerolatus</i>	Valparaiso - Pto. Montt	"	Fließgewässer, zwischen Steinen	-	+	+	Synonym für <i>T. maculatum</i>	MANN 1954, DUARTE u.a. 1971, FOWLER 1940
14 <i>Bullockia maldonadoi</i>	Küstenkordillere Concepción-Angol	"	Fließgewässer	-	+	+	identisch mit <i>Pygidium maldonadoi</i> + <i>P. bullocki</i>	ARRIATA u.a. 1978, MANN 1954
15 <i>Nematogenys inermis</i>	río Maipo - Angol	"	Fließgewässer mit Pflanzenwuchs	-	+	+		DUARTE u.a. 1971, MANN 1954, FOWLER 1940
<u>Atheriniformes, Cyprinodontidae</u>								
16 <i>Orestias agassizii</i>	Altiplano	Zooplankton, Algen, Amphipoden, Insekten	stehende und langsam fließende Gewässer	+	+	+	Forellenvorkommen im chilenischen Altiplano ungewiß	VILLWOCK 1962, 1972, TCHERNAVIN 1944/45, EIGENMANN 1942

Tabelle 8/01 (Fortsetzung).

Tabelle 8/01 (Fortsetzung).								
Art	Vorkommen in Chile	Nahrung	Biotop / Habitat	Wechselwirkung mit Forellen Predation Konkurrenz um Nahrung Habitat			Bemerkungen	Literatur
<u>Atheriniformes, Atherinidae (systematische Überarbeitung dringend notwendig!)</u>								
17 <i>Odontesthes brevianalis</i>	La Serena	?	Fließgewässer	-	-	-	Verbreitungsgebiet ohne Forellen	FOWLER 1951, MANN 1954
18 <i>O. mauleanum</i>	Valparaíso - Iota	?	?	?	?	?		FOWLER 1951, MANN 1954
19 <i>Odontesthes debueni</i>	rio Maipo - Concepción	Pflanzenteile, Detritus, Benthos	Brack- + Süßwasser ruhiger Gewässer	-	-	-	Verbreitungsgebiet ohne Forellen	FISCHER 1962, 1963, MORENO 1970, DUARTE u.a. 1971
20 <i>Odontesthes molinae</i>	rio Malleco-Angol	?	?	?	?	?		FOWLER 1940, 1951, MANN 1951
21 <i>O. itatanum</i>	rio Itata	?	Fließgewässer	?	?	?		FOWLER 1951, MANN 1954
22 <i>Odontesthes wiebrichi</i>	Calafquén-Mlanquihue	Benthos (Aegla, Chilina)	Benthal von Seen	+	+	+	häufig im lago Calafquén	FOWLER 1951, MANN 1954
23 <i>Basilichthys microlepidotus</i>	La Serena - Angol	?	?	?	?	?		FOWLER 1940, 1951, MANN 1954
24 <i>Basilichthys australis</i>	rio Aconcagua - Pto. Montt	Seen: Zooplankton, Fließgewässer: Insekten, Benthos, Fische	Flußunterläufe, Pelagial von Seen	+	-	+	häufig im lago Calafquén	FOWLER 1951, MANN 1954, DUARTE u.a. 1971, MORENO 1977, URZUA u.a. 1977
<u>Perciformes, Serranidae</u>								
25 <i>Percichthys melanops</i>	Zentralzone	carnivor	Fließgewässer	-	+	+		MANN 1954
26 <i>Percichthys trucha</i>	Santiago - Feuerland	Benthos, Fische	Flüsse, Seen, Ästuare, Pelagial, Halde	-	++	+		FOWLER 1940, OLIVER 1949, EIGENMANN 1927, GOLUSDA 1927, MANN 1954, DUARTE u.a. 1971, ARENAS 1978
27 <i>Percilia irwini</i>	Concepción	carnivor	Fließgewässer	-	+	+		EIGENMANN 1927, MANN 1954, ARRIATA u.a. 1978
28 <i>Percilia gilissi</i>	Valparaíso - Magallanes	carnivor	Fließgewässer, zwischen Steinen	-	+	+		EIGENMANN 1927, DUARTE u.a. 1971, FOWLER 1940
<u>Perciformes, Mugilidae</u>								
29 <i>Mugil curema</i>	Arica - rio Loa	Plankton, Detritus, Schlick	Ästuare, Flußunterläufe, vom Meer aus eindringend	-	-	-	Verbreitungsgebiet ohne Forellen	MANN 1954
30 <i>Mugil cephalus</i>	Antofagasta - Valdivia	"	"	-	-	-		MANN 1954, FISCHER 1963, DUARTE u.a. 1971
<u>Perciformes, Notemacheilidae</u>								
31 <i>Eleginops maclovinus</i>	Valparaíso - Pta. Arenas	Benthos, auch Fische	Ästuare, Flußunterläufe, vom Meer aus eindringend	-	+	+		DUARTE u.a. 1971
<u>Perciformes, Sciaenidae</u>								
32 <i>Micropogon manni</i>	Küstengewässer bei Curicó	Benthos	Brackwasserlagunen, Benthos	-	+	+		MORENO 1970
<u>Petromyzoniformes, Petromyzonidae</u>								
33 <i>Geotria australis</i>	Valdivia - Patagonien	räuberischer Ektoparasit an Fischen, Benthos	Bäche, Flüsse, Seen, Ästuare, vom Meer aus eindringend	(+)	-	-	verfolgt gelegentlich auch Salmoniden	EIGENMANN 1927, MANN 1954
34 <i>Mordacia lapicida</i>	Lautaro - Osorno	?	Fließgewässer, Benthos	-	?	?		EIGENMANN 1927, MANN 1954

Direkte Predation durch Forellen trifft hauptsächlich Galaxiden, Aplochitoniden und in geringerem Maße junge Atheriniden, letztere werden ab ca. 15 cm Totallänge nicht mehr verschlungen. Ebenfalls im gleichen Biotop vorhandene Arten der Siluriformes, Characidae und Perciformes wurden nie in der Nahrung nachgewiesen (Kap. 7.3.2.7): entweder wegen unterschiedlichem Mikrohabitat (Siluriformes unter Steinen, Characidae im Pflanzenbewuchs der Ufer) oder stacheliger Spitzen und Flossenstrahlen (Perciformes). Konkurrenz um die Nahrung trifft jedoch fast alle einheimischen Fische, vorrangig *Percichthys trucha*, die ähnlich Forellen Benthos (*Aegla*) und kleine Fische frisst (Daten aus dem Lago Calafquén). Bei höherer Populationsdichte der Forellen und der daraus resultierenden Habitaterweiterung sind die Bodenfische besonder *Diplomystes chilensis* und weniger *Trichomycteridae* betroffen, in Bächen besonders auch *Galaxiiden* und *Aplochitoniden*. Bei den Atheriniden ist *Odontesthes wieberichi* (wie auch andere Arten dieser Gattung, die mit Forellen sympatrisch vorkommen), den schon sein vorstülpbares Maul als Bodentierfresser auszeichnet, durch Nahrungskonkurrenz bedroht, während der in Seen planktivor lebende *Basilichthys australis* hiervon kaum betroffen ist.

Konkurrenz um das Mikrohabitat tritt primär in kleineren Fließgewässern auf, wo *Galaxiiden*, *Aplochitoniden* und kleine *Salmoniden* strömungsarme Stellen bevorzugen, während die rein benthischen *Trichomycteriden* sich mehr versteckt zwischen Steinen aufhalten. Im See leben Forellen bevorzugt pelagisch und treffen dort auf *Basilichthys australis*, *Percichthys trucha*, *Aplochitonidae* und *Galaxiidae*. Wiederum bei höheren Populationsdichten treten als Habitatskonkurrenten *Diplomystes*, *Galaxias platei* (Profundal) und *Odontesthes wieberichi* auf. Zu bedenken ist dabei stets, daß Forellen die größten chilenischen Süßwasserfische und daher ihren Konkurrenten immer überlegen sind.

Da die Gruppen der Galaxiiden auf dem ehemaligen Gondwana-kontinent den Salmoniden der Arktogäa in etwa stellenäquivalent ist, sind sie durch Predation, Raum- und Nahrungskonkurrenz stark betroffen. Daß dieses auch in anderen Ländern so ist, berichten FISH (1966) und CADWALLADER (1975) aus Neuseeland, WHITLEY (1959) und FRANKENBURG (1966) aus Australien und JUBB (1965) aus Südafrika. In Chile galt *Galaxias globiceps*, den EIGENMANN (1927) im Jahr 1919, 14 Jahre nach der ersten erfolgreichen Salmonideneinfuhr nach Chile bei Puerto Montt gefangen hatte, wegen mehreren erfolglosen Fangversuchen am alten Fundort von MCDOWALL (1971) und mir als ausgestorben, bis 1978 JARA / Valdivia (mündliche Mitteilung) wieder ein Exemplar in der Nähe des ursprünglichen Fundortes nachwies.

Nach dem heutigen Stand der Kenntnis hat aber auch *Diplomystes chilensis* stark abgenommen, für den EIGENMANN (1927) aus seinen Untersuchungen des Jahres 1919 (ca. 14 Jahre nach der erfolgreichen Salmonideneinfuhr) ein weiteres Verbreitungsgebiet bis in die Zentralzone angibt (siehe auch: FOWLER 1940). In den letzten Jahren wurde diese Art nur noch vereinzelt im lago Riñihue und im Oberlauf des río San Pedro gefangen. Vom massenhaften Auftreten der *Percichthys trucha*, die ihren Art- und Trivialnamen "trucha" von ihrer forellenanalogen Position im Ökosystem bezog während der Laichwanderung berichtet OLIVER (1949), der Beschreibungen alter Chronisten zitiert. Ebenso erzählt GOLUSDA (1927) vom Massenauftreten dieser Art vor der Jahrhundertwende. Diese Erscheinung existiert zwar noch lokal, ist aber nach dem Urteil der zitierten Autoren und eigenen Beobachtungen stark zurückgegangen. Auch MANN (1954) führt dieses auf die Konkurrenz durch die Salmoniden zurück.

Auf die wechselvolle Beziehung der Forellen zu den Orestiasarten des lago Titicaca wurde schon hingewiesen (Kap. 7.3.2.6.) Eine weitere besonders betroffene Gruppe sind die Decapoda mit den Vertretern der *Anomura* (*Aegla*) und *Astacura* (*Parastacus spinifrons*), die allerdings vor der Salmonideneinfuhr auch unter Predation anderer Benthosfresser zu leiden hatten. Über die wahrscheinliche Ausrottung von *Aegla maulensis* durch Überbevölkerung der laguna del Maule mit Forellen wurde berichtet (Kap. 7.3.2.6.). Auch aus einem neuseeländischen See liegen vergleichbare Ergebnisse vor: FISH (1966) und ALLEN (1961) berichten vom Verschwinden der Krabbe *Hymenosoma lacustris* im lake Waingata / Nordinseln und dem Rückgang des Decapoden *Paranephrops* sp. nach dem Aussetzen

der Forellen. Jedoch in beiden Ländern handelt es sich nur um Einzelfälle, denn im allgemeinen existieren Decapoden und Salmoniden in demselben Gewässer nebeneinander.

Für Chile gilt analog, was MILLER (1960) für Nordamerikas Südwesten feststellte: "geringe Sättigung der Süßwasserfauna (Fische) mit geringer interspezifischer Konkurrenz und niedrigem Predationsdruck. Die Fische sind daher empfindlich für konkurrenzbedingte Verdrängung, ihr Bestand nimmt ab, wenn habitatanaloge und räuberische Fische eingeführt werden, was in einigen Fällen zur Ausrottung führt". Es hat sich ein neues Gleichgewicht auf Kosten weniger autochtoner Arten herausgebildet, gravierende Veränderungen im Ökosystem wie z.B. im lago Gatún / Panama nach dem Aussetzen von *Chichlasoma ocellaris* (ZARET u.a. 1973) blieben Chile weitgehend erspart. Lokal können sie jedoch durch zu hohe Populationsdichten der Forellen auftreten. Einer prinzipiellen und pauschalen Verurteilung der Salmonidenimporte, wie sie EIGENMANN (1927), MANN (1954), CORDINI (1964) und WEISCHET (1970) vertreten, kann nicht voll recht gegeben werden.

8.3. Die Einnischung der Forellen in Chile

Forellen sind kaltstenotherm und benötigen sauerstoffhaltiges Wasser. Von daher erfahren sie kaum Einschränkung in chilenischen Gewässern (Kap. 2.1.). In den anderen Ansprüchen jedoch sind sie als euryök im Vergleich zu den meisten chilenischen Fischarten anzusehen: sie sind euryhalin und kommen daher vom elektrolytarmen Binnengewässer bis zum Meer vor und können sich darüber ausbreiten (ein Fund von *S. gairdnerii* im Meer bei Iquique in Nordchile, Abb. 2/04). Sie sind relativ polyphag und können die verschiedensten Nahrungsquellen nutzen (Kap. 7.3.2.). Außerdem kommt wegen Fehlens einer ernsthaften Konkurrenz eine Vielzahl von Biotopen als Lebensraum in Frage (schnellfließende Kordillerenbäche, Epi- und Metalimnion im Pelagial und ebenso das Benthon der Seen, Mittel- und Unterläufe der Fließgewässer, Ästuar und das Meer (Kap. 2.3., Abb. 2/04, 2/05, Tab. 2/02). Eine derartige Vielfalt an Existenzmöglichkeiten kann keine in Chile einheimische Fischart aufweisen.

Über Feinde der Forellen in Chile ist nicht viel zu sagen: kleine Salmonidenschuppen wurden im Mageninhalt des Königsfischers (*Magaceryle torquata stellata*) gefunden. Die omnivore Aegla fraß im Aquarium Forelleneier, was letztlich die Absicht, diese Decapoden in Californien auszusetzen unterband (BURNS 1972). Da Aegla jedoch in Fließgewässer aufsteigt, dürfte sie auch real als Laichfresser in Betracht kommen. Kormorane (*Phalacrocorax carbo*) sollen in Neuseeland als Salmonidenfeinde auftreten (ALLEN 1961), chilenische Arten z.B. der häufig landeinwärts vorkommende *Phalacrocorax olivaceus olivaceus* wurden mit Galaxiiden im Magen angetroffen, jedoch die Verfolgung der wesentlich flinkeren und nicht in Schwärmen im See vorkommenden Jungforellen dürfte, wenn überhaupt, dann nur ausnahmsweise gelingen. Dieses gilt in ähnlicher Form für andere piscivore Vogelarten (verschiedene Möven, Reiher und Taucher).

VALENZUELA (Pto.Varas, mündliche Mitteilung) berichtet von einer Wunde an *Salmo gairdnerii* aus dem río Bueno durch das Neunauge *Geotria australis*. Der vom Meer gelegentlich in die Flußunterläufe aufsteigende Seelöwe (*Otaria flavescens*) dürfte auch ab und zu als Forellenfeind in Betracht kommen. Jedoch sind nach meinen Erfahrungen alle erwähnten Fälle von Verfolgung der Salmoniden als Ausnahmen anzusehen, die den Bestand nicht merklich verringern oder dezimieren können. Daß eine Reihe von Vögeln und Säugern populationsregulierende Wirkung bei Salmoniden ausüben, wie SMITH (1955) es für *Salvelinus fontinalis* darstellt, kann für den chilenischen Lebensraum ausgeschlossen werden.

Über den häufig auftretenden Parasitenbefall mit Bandwurmlarven von *Diphyllbothrium spec.* wurde in Kap. 5 schon berichtet. Auch diese Erscheinung stellt einen wichtigen ökologischen Faktor für die Salmoniden dar, dessen Auswirkung weniger auf die Forellen selbst (Tabellen 5/06 und 5/07), als vielmehr auf die Haustiere der Bevölkerung und die Sportfischerei wegen ihrer allgemeinen hygienischen Bedeutung zur Sorge Anlaß gibt.

Je weniger Nischen gebildet wurden, desto geringer ist auch deren Begrenzung: durch das Fehlen eindeutiger pelagischer Raubfische ist dieser Lebensraum zum bevorzugten Habitat der Regenbogenforelle geworden (Kap. 4.3.3.), in dem sie eine phänotypisch (Kap. 3.3.3. und Abb. 6/09), nahrungsökologisch (Kap. 7.3.2.) und vom schnellen Wachstum her (Kap. 6.3.) eine eindeutig unterscheidbare "See-forellenform" analog der "*Salmo trutta forma lacustris*" ausgebildet. Aus Neuseeland, dessen tiergeographische und gesamt-ökologische Vergleichbarkeit mit dem chilenischen Raum schon angeführt wurde, wird dieselbe Erscheinung berichtet. Daneben existieren aber auch die aus dem Ursprungsgebiet (Abb. 2/03) und z.B. aus Europa bekannten Formen von *Salmo gairdnerii*.

Das Fehlen natürlicher Feinde, ökologische und körperliche Überlegenheit über die in geringem Maße vorhandenen Konkurrenten, eine Fülle geeigneter Nahrungsorganismen und ideale Gewässer (Temperatur, nur lokale Verschmutzung) ermöglichte den Forellen die schnelle und vollständige Akklimatisation in Chile. Dies trug außerdem zu ihrer weiten geographischen Verbreitung bei (Kap. 2.3.) und zur Besiedlung des Pelagials, einem Habitat aus dem sie sonst nicht, oder nur ansatzweise bekannt sind.

9. Fortpflanzungsbiologie der Forellen in Chile

9.1. Einleitung

Die Untersuchungen zur Fekundität haben Bedeutung für die Praxis: staatliche Fischzuchtanstalten (Kap. 2.4.2.) sind mit dem Besatz der Gewässer beauftragt und benötigen daher Daten über Eizahl und Eigewicht (= Eizqualität). Eine genauere Bestimmung der Laichzeiten soll bessere Schutzmaßnahmen und natürliche Fortpflanzung sichern (siehe auch Kap. 10.2.2.1.).

Die Praktiker chilenischer Forellenzuchtanstalten deuteten an, daß Unterschiede in der Fekundität zwischen einzelnen Populationen verschiedener Seen bestehen. Da man von der These ausgehen muß, daß in Chile keine verschiedenen Regenbogenforellensassen existieren (Kap. 3.4.3.), müssen diese Differenzen durch andere Faktoren hervorgerufen werden, die zu erkunden von allgemeiner Bedeutung zum Verständnis der Biologie der Forelle sein kann.

Bisherige publizierte Untersuchungen zu diesem Thema liegen aus der Fischzuchtanstalt Lautaro (Abb. 2/06, ZEISS u.a. 1973) und aus Aisén (Abb. 2/01, SANHUEZA u.a. 1975) vor. Außerdem existieren wenige Arbeiten aus Argentinien (PLAZA u.a. 1954) und Perú (BUSTAMANTE 1975, EVERETT 1971, 1973). Sie sind jedoch rein deskriptiv und sollen zu Vergleichszwecken dienen. Darüberhinaus soll aber versucht werden eventuelle Korrelationen kausal-analytisch zu interpretieren und somit zum allgemeinen Verständnis der Regulationsmechanismen in Forellenpopulationen beizutragen.

9.2. Material und Methoden

9.2.1. Allgemeines

Kurz nach dem Fang (siehe dazu Kap. 3.2.1.) wurde den Forellen durch einen Ventralschnitt die Gonaden entnommen und der Reifezustand (Kap. 9.2.2.) notiert. Längenmessungen der Fortpflanzungsorgane erfolgten außerhalb des Fisches an der ausgebreiteten Keimdrüse, die jedoch bei juvenilen und im Ruhestand befindlichen Männchen oft nicht von ihrem Ausführungsgang unterscheidbar waren,

weswegen hier die Bestimmung unterblieb. Das arithmetische Mittel der Werte beider Gonaden wurde notiert. Das Gewicht der Fortpflanzungsorgane konnte ich mit verschiedenen Waagen ermitteln, im Gelände jedoch meist nur bis zu einem zehntel Gramm, was im allgemeinen im Vergleich zum Gesamtfischgewicht hinreichend genau erschien. Gewicht und Länge wurden nicht als absolute Werte angegeben, sondern stets auf das Fischgewicht bzw. die Standardlänge bezogen. Diese Angaben erfolgten dann in Prozent, die ich auch als "relative Gonadenlänge" usw. bezeichnete.

9.2.2. Reifeschlüssel

Den Reifezustand der Forellen charakterisierte ich durch einen Index mit den Nummern zwischen 1 und 7. Dieser Reifeschlüssel wurde in Anlehnung an KESTEVEN (1960) und NIKOLSKY (1963) aufgestellt, jedoch nach eigenen Bedürfnissen abgewandelt:

- Fische klein (jung), Eier mit bloßem Auge nicht oder nur schwer erkennbar, Ovarien klein, weißlich bis hellrosa, Hoden nur als farblose, dünne Schläuche ausgebildet

juvenil.....1

- Gonaden stärker ausgebildet, Ovarien lassen die kleinen Eier mit bloßem Auge durchaus erkennen, hellrot; Hoden gräulich-weiß, dünn Schlauchförmig aber insgesamt schon stärker

Ruhestadium.....2

- Gonaden fest, deutlich vergrößert, Ovarien rot, Hoden kranial verdickt und mit weißlichem, jedoch noch festem Samen gefüllt, Gonaden füllen die ~~Bauchhöhle~~ nicht aus

Entwicklung (Anfang).....3

- Gonaden füllen die Bauchhöhle bis zum kaudalen Ende aus, Ovarien noch fest und rot mit großen Eiern, Hoden weiß, prall und fest, keine Geschlechtsprodukte in den Ausführgängen

Entwicklung (fortgeschritten).4

- Inhalt der großen, weichen Gonaden flüssig und verläßt diese auf leichten Druck hin oder von allein, offensichtlich jedoch noch keine Laichprodukte abgegeben

reif.....5

- Gonaden weich, mit schlaffen Wänden, Ausführungsgänge mit den Produkten gefüllt, Eier oftlose in der Leibeshöhle, dann die leeren Ovarien dunkelrot, Samenleiter mit Sperma gefüllt

halb abgelaicht.....6

- Gonaden weich, mit schlaffen Wänden und (fast) ohne Inhalt, Ovarien dunkelrot, Hoden gräulich mit einzelnen weißen Samenresten

abgelaicht.....7

Vom Stadium 7 gehen die Gonaden wieder in Stadium 2 über. Zwischen allen Stadien gibt es fließende Übergänge, jedoch wurden jeweils nur ganze Zahlen des Reifeschlüssels notiert. Die Anwendung erfordert etwas Übung und macht am Anfang ohne Kenntnis sämtlicher Reifestadien etwas Schwierigkeiten.

9.2.3. Gesamteizahl- und Eigewichtsbestimmungen

Die frischen Gonaden wurden mit verschiedenen empfindlichen Waagen bis auf ein hundertstel Gramm genau gewogen. Von beiden Ovarien entnahm ich aus der Mitte je etwa gleichgroße Stücke mit ca. 50 bis 200 Eiern je nach Größe, ohne diese zu beschädigen, und bestimmte das Frischgewicht auf der feinsten Waage. Diese Teile wurden in "Gilson"-Lösung (SIMPSON, 1951, zitiert aus RICKER, 1971) fixiert und gehärtet, wodurch sie sich nach wenigstens einem Tag Verweilzeit gut trennen und auszählen ließen. Die Errechnung des Eigewichtes in Milligramm erfolgte unter Verwendung des Gewichtes und der Anzahl der entnommenen Eiern. Mit Hilfe des Gonadengewichtes ließ sich die Gesamteizahl pro Weibchen errechnen.

9.3. Ergebnisse

9.3.1. Gonaden und Eiwachstum im Jahresverlauf

Die Abbildungen 9/01 bis 9/03 A und B stellen die Gonadenentwicklung (jeweils Gonadengewicht in Prozent vom Fischgewicht und Gonadenlänge in Prozent der Standardlänge) im Jahresverlauf dar. Das Material stammt aus Südchile vom Iago Villarica bis Puerto Montt. Der prozentuale Gewichtsanteil der Gonaden erwies sich dabei aus folgenden Gründen als der bessere Parameter:

- die Gonadenlänge ist in manchen Fällen besonders bei Männchen nicht zu messen, da bei juvenilen, im Ruhezustand befindlichen und ablaichenden Tieren zwischen Keimdrüse und Ausführung nicht unterschieden werden kann,
- das Gonadengewicht nimmt noch zu, wenn das Längenwachstum einiger Zeit vor dem Ablaichen schon stagniert,
- die Streuung des relativen Gonadengewichts ist im Ruhestadium geringer.

Das Zahlenmaterial von *Salmo trutta* ist so gering, daß die Auftragung für die Männchen nicht lohnte und die Punkteschwärme für die Weibchen auch nur grob orientierenden Charakter haben.

Es erwies sich nicht als sinnvoll, Regressionsgeraden zu den Punkteschwärmen der Abb. 9/01 - 9/03 zu berechnen, da das Material trotz der Aussparung der juvenilen Fische noch zu inhomogen war. Auch in der Hauptreifezeit fanden sich Fische mit Gonaden im Ruhestadium, die entweder schon abgelaicht und die Gonaden zurückgebildet hatten oder zu jung waren, daß sie erst im folgenden Jahr zur Geschlechtsreife gelangten. Jedoch erkennt man auch aus den Punkteschwärmen deutlich das Gonadenwachstum, das bei Weibchen von *S. gairdnerii* in den Monaten Juli bis September sein Maximum erreicht und dann schnell abfällt, während die Männchen dieser Art schon im Mai ihre höchsten Werte erreichen und dann langsam und kontinuierlich bis etwa November abnehmen. Wie man aus den wenigen Werten für *S. trutta* ersieht, setzt hier das Gonadenwachstum deutlich früher ein (ab Januar) und es ist eine Erfahrungstatsache der Praxis, daß diese Art auch früher ablaicht. Leider liegen jedoch zu wenige Werte aus den hierfür wichtigen Monaten

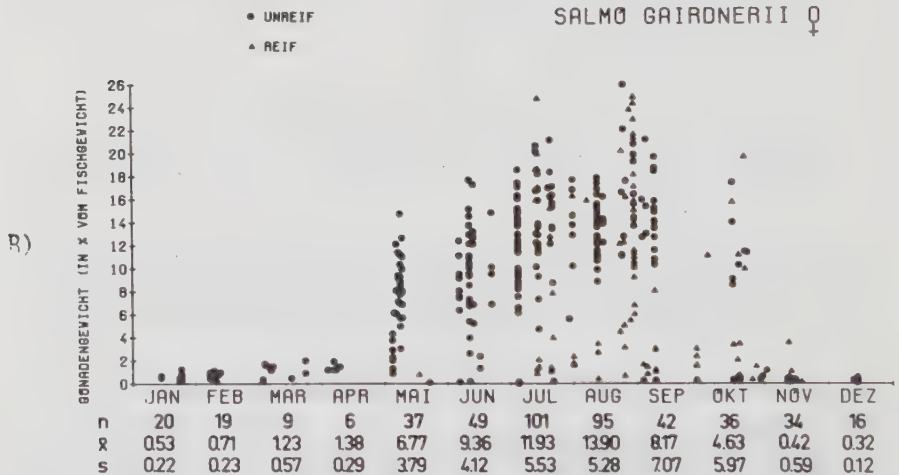
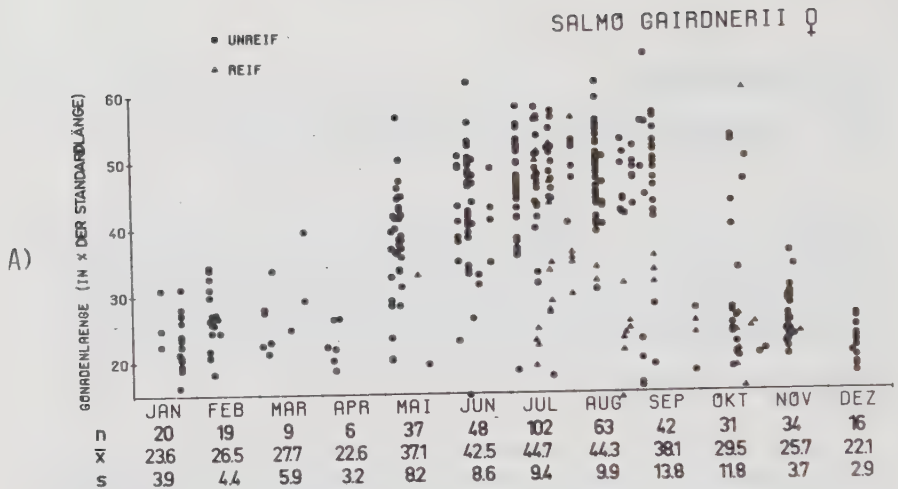
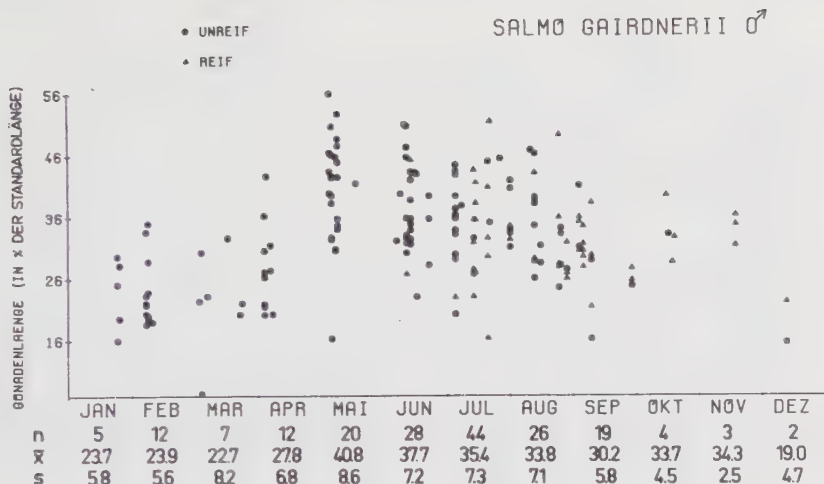


Abbildung 9/01 A und B:

Salmo gairdnerii, Weibchen, Südkile (Villarica bis Pto. Montt). Gonadenentwicklung im Jahresverlauf. Aufgetragen wurde bei A) der prozentuale Anteil der Gonadenlänge von der Standardlänge (y-Achse) gegen die Zeit (x-Achse), bei B) der prozentuale Anteil des Gonadengewichts vom Fischgewicht (y-Achse) ebenfalls gegen die Zeit. (x-Achse). Die runden Symbole stammen von Fischen mit unreifen Keimdrüsen (Reifeschlüssel 2 - 4), die dreieckigen von reifen Forellen (Nr. 5 - 7). In den Bildunterschriften bedeuten: n: Anzahl der untersuchten Forellen pro Monat, $\bar{x}$: arithmetisches Mittel aller y-Werte, s: Standardabweichung.

A)



B)

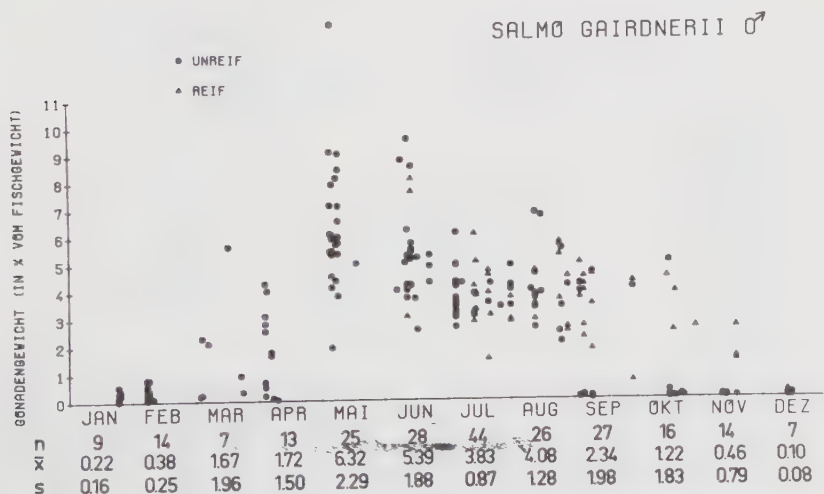
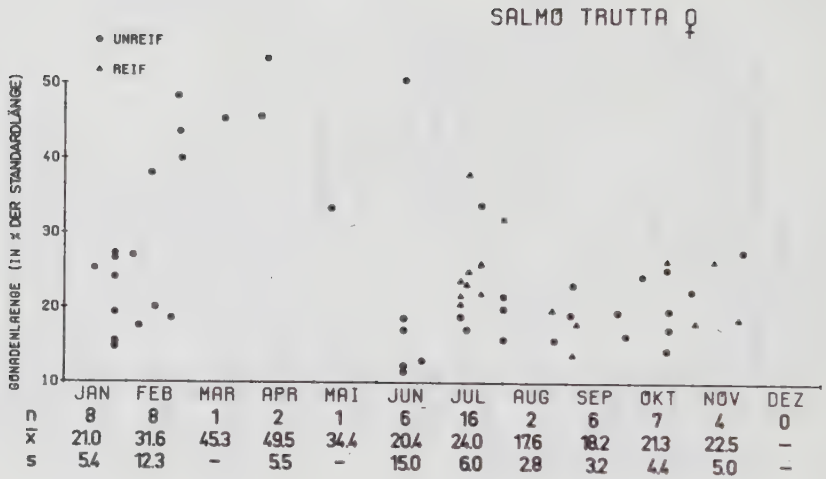


Abbildung 9/02 A und B:

Salmo gairdnerii, Männchen, Südküste (Villarica bis Pto. Montt).
Gonadenentwicklung im Jahresverlauf. Weitere Erläuterungen siehe
bei Abbildung 9/01.

A)



B)

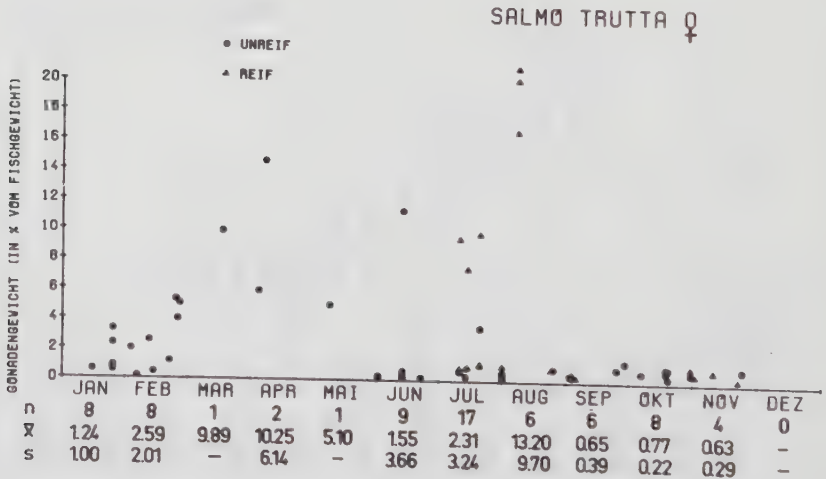


Abbildung 9/03 A und B:

Salmo trutta, Weibchen, Südkile (Villarica bis Pto. Montt).
Gonadenentwicklung im Jahresverlauf. Weitere Erläuterungen
siehe bei Abbildung 9/01.

Mai und Juni vor, so daß diese Erkenntnis hier nicht untermauert werden kann.

In Abb. 9/04 sind Werte für das Wachstum der Eier von *Salmo gairdnerii* im Jahresverlauf gegeben. Hierbei wurden jedoch die juvenilen Forellen und die ab August auftretenden Fische mit nach dem Ablaichen rückgebildeten Gonaden mit der neuen Eigeneration für das nächste Jahr nicht berücksichtigt. Der sigmoide Kurvenverlauf mit sprunghaftem Anstieg zwischen April und Mai ist wohl nur teilweise durch den Wechsel der Fangmethode zu erklären: während in den Sommermonaten fast keine großen Forellen mit dem Netz gefangen wurden und sich das Material hauptsächlich aus Angelfängen aus dem Pelagial der Seen rekrutierte, begannen ab Mai sich die in der Entwicklung stehenden Fische in den Flußmündungen zu sammeln. Sie konnten jetzt relativ einfach mit Netzen erbeutet werden (Kap. 4.3., Abb. 4/03), während wegen der Schonzeit jetzt keine Angelfänge mehr zur Verfügung standen.

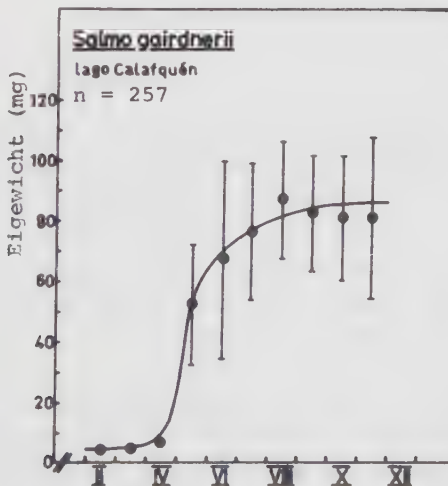


Abbildung 9/04:

Salmo gairdnerii, lago Calafquén. Wachstum der Eier im Jahresverlauf. Aufgetragen ist das Eigewicht in Milligramm (y-Achse) gegen die Zeit (Monate, x-Achse). Die Standardabweichungen von Februar bis April waren so gering, daß sie nicht eingezeichnet werden konnten. Es wurde nur eine Eigeneration betrachtet. Abgelaichte Weibchen legten sofort eine neue Eigeneration an, was ab September beobachtet werden konnte. Diese Werte blieben unberücksichtigt.

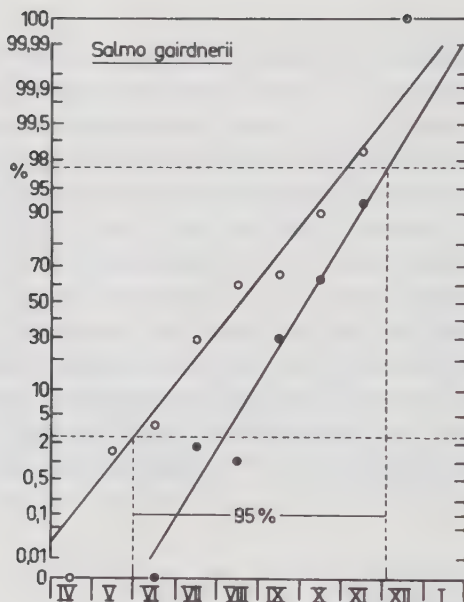


Abbildung 9/05:

Salmo gairdnerii, Südchile (Villarica bis Pto. Montt). Gonadenreifung im Jahresverlauf. Aufgetragen wurde der prozentuale Anteil der Fische, die reif geworden waren (weiße Kreise), beziehungsweise der Forellen, die bereits abgelaicht haben (schwarze Kreise) im Wahrscheinlichkeitsnetz (y-Achse). Auf der x-Achse die Monate April bis Januar. So läßt sich grafisch ermitteln, in welchem Zeitraum 95 % der Population ablaichen.

Unter Verwendung des Reifeschlüssels wurde Abb. 9/05 gezeichnet. Sie gibt zwischen den beiden Geraden den Anteil der laichenden Fischen im Wahrscheinlichkeitsnetz an. Die weißen Kreise mit der entsprechenden Geraden stellen den Prozentsatz der Fische dar, die reif sind oder abgelaicht haben (Reifeschlüsselnummer größer/gleich 5), während die Regressiongeraden der schwarzen Kreise die Forellen repräsentiert, die das Laichgeschäft beendet haben (Reifeschlüsselnummer 7 und 2). So läßt sich graphisch ermitteln, daß 95% der Regenbogenforellenpopulationen der Andenfußseen Südchiles in der Zeit von Anfang Juni bis zur ersten Dezemberwoche ablaichen (Abb. 9/10). Eine derartige Auswertung war für *S. trutta*

wegen zu geringen Materials nicht möglich. Der erste laichreife Fisch dieser Art wurde am 13. Juni erbeutet. Auf noch früheren Laichbeginn weisen jedoch 14 Forellen aus demselben Monat mit Gonaden im Ruhestadium hin, von denen sicherlich ein Großteil schon vorher abgelaicht und die nächste Eigeneration wieder angelegt hat. Am 2. November wurde der letzte halbabgelaichte Fisch gefangen, während bis zum 22. November weitere drei Fische mit Reifeschlüssel 7 (abgelaicht) zur Untersuchung gelangten. Bei den am Ende der Laichzeit erbeuteten *S. trutta* handelt es sich ausnahmslos um große "Seeforellen", während die Monate Juni und Juli als Laichzeit für die "Bachforelle" (siehe Kap. 3.4.2.) anzusehen sind (siehe auch Abb. 9/10).

Eine wesentlich später liegende Laichzeit von der Regenbogenforelle wurde in einigen Seen der Hochkordillere (laguna del Maule, lago Conguillio und Lago Laja) nachgewiesen. Im November gewannen die Fischzuchtanstalten Lautaro und Pullinque (Abb. 2/06) noch eine große Zahl von Regenbogenforelleneiern im lago Conguillio, jedoch auch im Dezember und Januar fanden sich noch reichlich reife Tiere. Ähnlich ist die Situation im lago Laja wie die Fischzuchtanstalt Polcura und eigene Einzeldaten (am 19. Februar noch eine gerade abgelaichtes Exemplar gefangen) bestätigen. Anhand einer Wachstumskurve von Fischlarven der Fischzuchtanstalt río Pescado (hier nicht dargestellt), konnte der Zeitpunkt der Eiablage einzelner Jungfische aus dem lago Conguillio annäherungsweise bestimmt werden. Wenn auch diese Methode unsicher ist, so liegt der errechnete Wert von Ende September jedoch eher zu spät, da in der Hochkordillere wegen der tieferen Wassertemperaturen mit längerer Inkubationszeit gerechnet werden muß. Bedingt durch die vergleichsweise kleinen Eier und daher auch kleineren Jungfische im lago Conguillio werden diese durch einen derartigen Vergleich mit den kräftigen Tieren des lago Llanquihue eher als zu jung eingeschätzt. Mit einem Beginn der Laichzeit noch im August oder Anfang September im lago Conguillio muß daher gerechnet werden (Abb. 9/10).

9.3.2. Gesamteizahl pro Weibchen

Die Erkenntnis, daß die Gesamtzahl der noch nicht abgelaichten Regenbogenforellenweibchen unterschiedlich in verschiedenen Seen ist, hatte schon längst praktische Bedeutung für die Fischzuchtanstalten. Die in dieser Arbeit ermittelten Daten sind in Tab. 9/01 zusammengestellt. Die Signifikanzniveaus des zweiseitigen t-Tests, auf denen sich die Mittelwerte unterscheiden, wurde in Tab. 9/02 aufgetragen. Die Eizahlen des Hochkordillerensees Conguillio sind im allgemeinen (Ausnahme: lago Riñihue) stark von denen der Andenfußseen abweichend. Diese unterscheiden sich selbst untereinander nur geringfügig. Die beiden untersuchten Forellenarten unterscheiden sich nur auf dem 50 %-Niveau.

Die Größe der Weibchen (Länge und Gewicht) zeigt eine wesentlich bessere Korrelation mit der Gesamteizahl ($r = 0.745$ und $r = 0.754$) als der Korpulenz- oder Konditionsfaktor (siehe Kap. 6.2.3.), der ein Maß für die Wohlgenährtheit der Fische darstellt ($r = 0.383$, Abb. 9/06 A-C). Entsprechende Regressionsgeraden für *S. trutta* waren wegen der geringen Anzahl ($n = 8$) nicht signifikant. Vergleicht man den Wachstumsparameter der physiologisch möglichen mittleren Endlänge L_{∞} (siehe Kap. 6.2.3.) verschiedener Regenbogenforellenpopulationen mit der mittleren Eizahl pro Weibchen, so ergibt sich eine relativ gute Korrelation (Abb. 9/07). Da der L_{∞} -Wert des lago Llanquihue überschätzt und der des lago Calafquén sicher unterschätzt wurde, (Kap. 6.3.4.) würde bei deren Korrektur sich die Korrelation noch verbessern. Auch die Beziehung zwischen den Mittelwerten des Konditionsfaktors (Kap. 6.3.5. und Tab. 6/08) und der Gesamteizahl pro Weibchen zeigt eine gute Korrelation (Abb. 9/08), die bei der Verwendung der Einzelwerte von jedem Fisch (Abb. 9/06 C) nicht erreicht wurde.

Errechnet man die Anzahl der Eier pro kg Körpergewicht, ein in der Praxis geläufiges Maß, so gelangt man zu folgenden Werten:

Tabelle 9/01.

Salmo gairdnerii und *S. trutta*, Chile. Eizahl pro Weibchen aus verschiedenen Seen. Zur Auswertung wurden nur Fische benutzt, die noch nicht abgelaicht hatten.

See	arithmetisches Mittel	Standard- abweichung	Anzahl Forellen
	$\bar{x}$	s	n
<u><i>Salmo gairdnerii</i></u>			
Conguillio	2 170	895	7
Calafquén	7 050	2 080	158
Riñihue	3 195	1 230	5
Ranco	5 000	1 750	7
Llanquihue	6 760	2 040	9
Südchile ¹⁾	6 850	2 165	179
<u><i>Salmo trutta</i></u>			
Südchile ¹⁾	5 215	3 535	7

1) Südchile: Andenfußseen vom lago Villarica bis lago Llanquihue.

Tabelle 9/02.

t-Test Matrix zu Tabelle 9/01. Die angegebenen Werte bezeichnen die Wahrscheinlichkeiten in %, mit der sich die Mittelwerte der Tabelle 9/01 voneinander unterscheiden. Getestet wurden folgende Signifikanzniveaus: <50, 50, 80, 90, 95, 98, 99, 99.9, 99.99.

<u><i>Salmo gairdnerii</i></u>					
	Congui- llio	Calaf- quén	Riñi- hue	Ranco	Llanqui- hue
Calafquén	99.99	-			
Riñihue	80	99.99	-		
Ranco	99	98	90	-	
Llanquihue	99.99	<50	99	90	-
Südchile ¹⁾	99.99	***	***	***	***

Salmo gairdnerii - *S. trutta* in Südchile¹⁾: 50 %

1) Südchile: Andenfußseen vom lago Villarica bis lago Llanquihue.

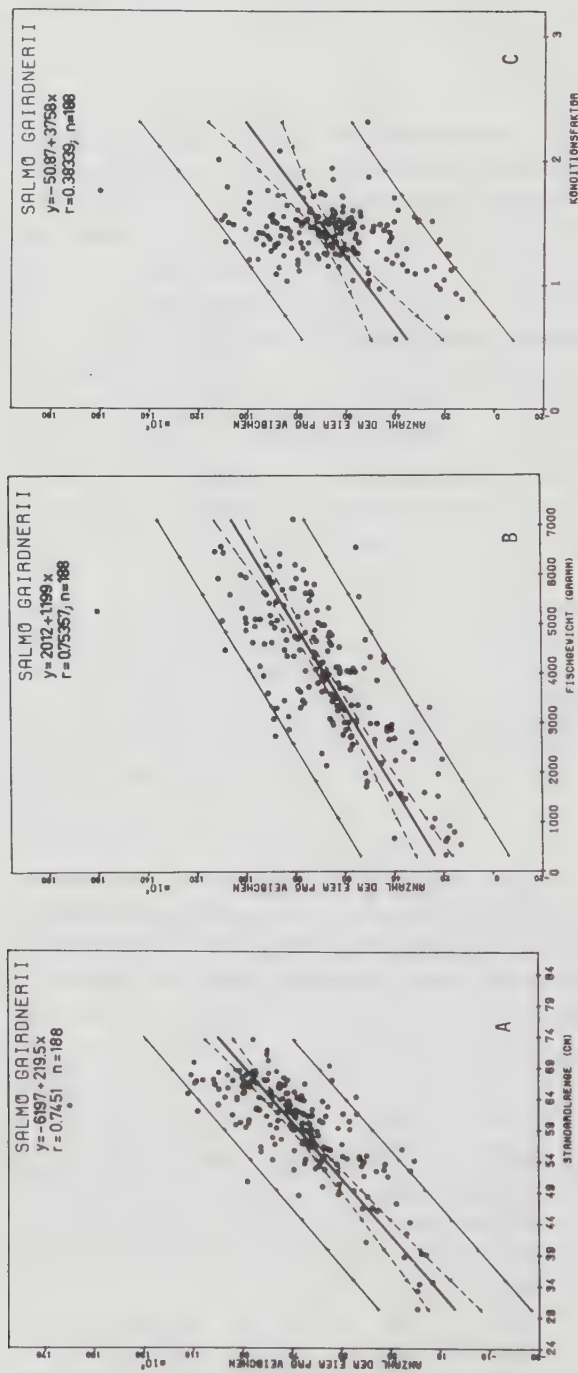


Abbildung 9/06 A bis C:

Salmo gairdnerii, Weibchen, Chile. Anzahl der Eier pro Weibchen (y-Achse) in Abhängigkeit von der Standardlänge (A), dem Fischgewicht (B) und dem Konditionsfaktor (C) (jeweils x-Achse). Alle Regressionsgeraden sind auf dem 95 %-Niveau signifikant. Es sind zwei Vertrauensbereiche angegeben: der innere (gestrichelt) gilt für die Lage der gesamten Regressionsgeraden, der äußere (durchgezogen) für einen zukünftigen Wert y an der Stelle x (beide: $P = 0.05$).

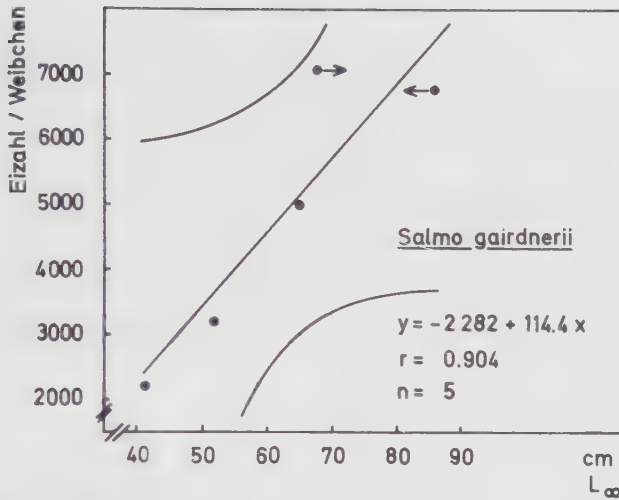


Abbildung 9/07:

Salmo gairdnerii, Chile. Beziehung zwischen der Eizahl pro Weibchen (y-Achse) und der mittleren Endlänge (x-Achse). Mittelwerte aus 5 verschiedenen Seen: Conguillio, Calafquén, Piñihue, Ranco, Llanquihue. Die beiden Pfeile bezeichnen die Fehlschätzungen der Endlänge bei den Forellen des lago Calafquén und des lago Llanquihue (siehe Kapitel 6.3.4.). Die Gerade ist signifikant (95%).

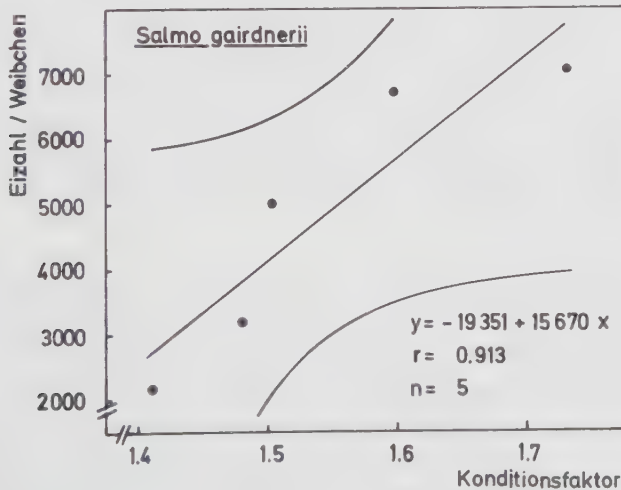


Abbildung 9/08:

Salmo gairdnerii, Chile. Beziehung zwischen Eizahl pro Weibchen und Konditionsfaktor. Mittelwerte aus den 5 verschiedenen Seen der Abbildung 8/07. Die Regressionsgerade ist auf dem 95 %- Niveau signifikant.

Art	arithmetisches Mittel	Anzahl der Werte	Standardabweichung
	$\bar{x}$	n	s
Salmo trutta	2 194	8	1.439
S. gairdnerii	1 833	188	660

Der Vergleich der Mittelwerte mit dem t-Test ergab keinen Unterschied auf dem 95 %-Niveau.

9.3.3. Eigewicht

Das Eigewicht in Milligramm zeigt ebenfalls charakteristische Unterschiede zwischen einzelnen Seen (Tab. 9/03), zu denen wiederum die Signifikanzniveaus angegeben sind (Tab. 9/04). Regenbogenforellen des lago Conguillio haben die kleinsten Eier, die sich von den Werten der Andenfußseen stark unterscheiden. Die Eier der Calafquén sind kleiner als die der übrigen Andenfußseen, während die geringfügigen Unterschiede der Seen Ranco und Llanquihue statistisch nicht abzusichern sind. Als Vergleich wurden noch umgerechnete Literaturwerte von S. trutta (SANHUEZA u.a., 1975) aus dem lago General Carrera (siehe Abb. 2/01) angefügt. Das Eigewicht ist wiederum hauptsächlich mit der Größe der Forellen korreliert (Länge: $r = 0.800$; Gewicht: $r = 0.741$ m) während es wiederum mit dem Konditionsfaktor die geringe aber noch signifikante Korrelation (95%) von $r = 0.211$ aufweist (Abb. 9/09 A-C, Tab. 9/05).

Wie man in den Abbildungen 9/09 A und besonders bei B deutlich sieht, fallen die Werte der kleinen Fische, die alle aus dem lago Conguillio (Abb. 2/01) stammen, heraus. Tab. 9/05 stellt daher die Regressionsrechnungen für einzelne Seen gegenüber, bei denen dann eine statistisch abgesicherte Korrelation mit dem Konditionsfaktor nicht mehr besteht. In Tab. 9/06 werden die Steigungen der einzelnen Geraden (= Regressionskoeffizienten) nach SACHS (1974) verglichen. Demnach ist der Regressionskoeffizient der Regenbogenforellen des lago Conguillio bis auf eine Ausnahme von denen der übrigen Andenfußseen verschieden, während die der beiden Seen Calafquén und Llanquihue nicht unterscheidbar sind.

Tabelle 9/03:

Salmo gairdnerii und *S. trutta*, Chile. Eigewicht in mg von laichreifen Forellen aus verschiedenen Seen.

See	arithmetisches Mittel	Standard- abweichung	Anzahl Forellen
	$\bar{x}$ (mg)	s	n
<u><i>Salmo gairdnerii</i></u>			
Maule	50.0	-	1
Conguillio	48.4	11.9	27
Calafquén	79.3	12.0	12
Panguipulli	108.1	6.4	3
Ranco	94.0	21.3	8
Llanquihue	92.1	18.4	55
Südchile ¹⁾	91.6	19.4	80
<u><i>Salmo trutta</i></u>			
Südchile ¹⁾	115.5	18.3	6
General Carrera	92.9	?	513

1) Südchile: Andenfußseen vom lago Villarica bis lago Llanquihue.

2) Werte des lago General Carrera (siehe abb. 2/01) aus: SANHUEZA u.a. (1975).

Tabelle 9/04:

t-Test Matrix zu Tabelle 9/01. Die angegebenen Werte bezeichnen die Wahrscheinlichkeit in %, mit der sich die Mittelwerte der Tabelle 9/03 voneinander unterscheiden. Getestet wurden folgende Signifikanzniveaus: 50, 50, 80, 90, 95, 98, 99, 99,9, 99.99.

<u><i>Salmo gairdnerii</i></u>					
	Congui- llio	Calaf- quén	Pangui- pulli	Ranco	Llanqui- hue
Calafquén	99.99	-			
Panguipulli	99.99	99.9	-		
Ranco	99.9	80	80	-	
Llanquihue	99.99	99	98	<50	-
Südchile ¹⁾	99.99	***	***	***	***

Salmo gairdnerii- *S. trutta* in Südchile¹⁾: 95 %

1) Südchile: Andenfußseen vom lago Villarica bis lago Llanquihue.

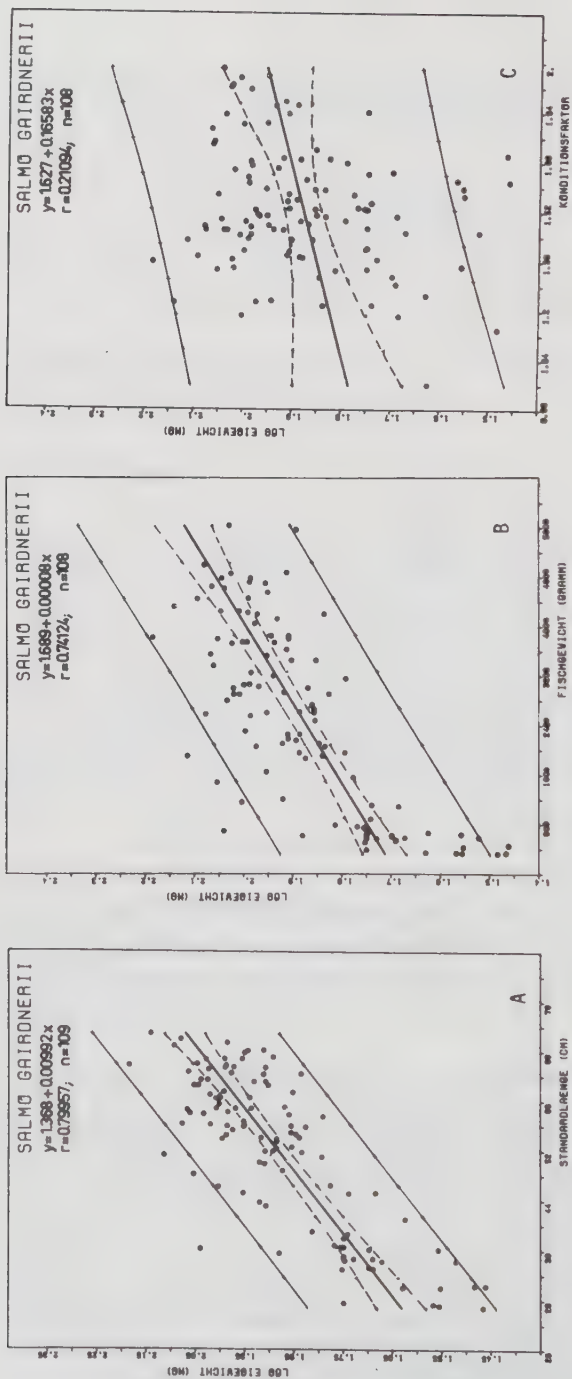


Abbildung 9/09 A bis C:

Salmo gairdnerii, Weibchen, Chile. Eigengewichte reifer Weibchen (y-Achse, logarithmisch) in Abhängigkeit von der Standardlänge (A), dem Fischgewicht (B) und dem Konditionsfaktor (C) (jeweils x-Achse). Alle Regressionsgeraden sind auf dem 95 %-Niveau signifikant. Es sind zwei Vertrauensbereiche angegeben: der innere (gestrichelt) gilt für die Lage der gesamten Regressionsgeraden, der äußere (durchgezogen) für einen zukünftigen Wert y an der Stelle x (beide: $P = 0.05$).

Tabelle 9/05:

Salmo gairdnerii, Chile. Regression und Korrelation des Eigengewichtes (logarithmisch, in Milligramm, y-Achse) mit der Standardlänge, (cm), dem Gewicht (g) und dem Konditionsfaktor (alle drei: linear, x-Achse). Signifikanzniveau: 95 %.

Ort	Regressions- koeffizient	Achsenab- schnitt	Korrelations- koeffizient	Anzahl der Wertepaare
	b	a	r	n
<u>Standardlänge (cm)</u>				
Conguillio	0.01635	1.119	0.5632	27
Calafquén	0.00885	1.352	0.6361	12
Ranco	nicht signifikant			8
Llanquihue	0.01014	1.359	0.7237	55
Südchile ¹⁾	0.00517	1.652	0.4057	80
Total ²⁾	0.00992	1.368	0.7996	109
<u>Gewicht (g)</u>				
Conguillio	0.00045	1.421	0.6395	27
Calafquén	nicht signifikant			12
Ranco	"	"		7
Llanquihue	0.00006	1.765	0.6981	55
Südchile ¹⁾	0.00003	1.846	0.4070	79
Total ²⁾	0.00008	1.689	0.7412	108
<u>Konditionsfaktor</u>				
Conguillio	nicht signifikant			27
Calafquén	"	"		12
Ranco	"	"		7
Llanquihue	"	"		55
Südchile ¹⁾	"	"		79
Total ²⁾	0.16583	1.627	0.2109	108

1) Südchile: Villarica bis Puerto Montt.

2) Total: Alle Seen von der laguna del Maule bis lago Llanquihue.

Tabelle 9/06:

Salmo gairdnerii, Chile. Vergleich der Regressionskoeffizienten b aus der Tabelle 9/05 der Längen - log (Eigewicht) und Fischgewicht - log (Eigewicht) Beziehung. $b_1 \neq b_2$: die Regressionskoeffizienten sind verschieden, $b_1 = b_2$: sie lassen sich nicht unterscheiden, jeweils getestet auf dem 95 % -Niveau.

	Conguillio	Calafquén	Llanquihue	Südchile ¹⁾	Standard- länge
Conguillio		$b_1 = b_2$	$b_1 \neq b_2$	$b_1 \neq b_2$	
Calafquén	$b_1 \neq b_2$		$b_1 = b_2$	---	
Llanquihue	$b_1 \neq b_2$	$b_1 = b_2$		---	
Südchile ¹⁾	$b_1 \neq b_2$	---	---		
F i s c h g e w i c h t					

9.3.4. Weitere Beobachtungen

wurden besonders bei Mißbildungen und Anomalien der Geschlechtsorgane gemacht (siehe auch Kap. 5.4.):

In den Seen Calafquén und Llanquihue konnte in drei Fällen (Nr. 1361, 1447, 2101) bei beiden Arten beobachtet werden, daß die Gonaden zwei deutlich getrennte Größenklassen von Eiern enthielten. In einem Fall betrugen die Mittelwerte der Klassen 4,5 mm und 2,2 mm, in einem anderen Fall 4,6 und 3,4 mm. Die Klasse der kleineren Eier war jedesmal schon zu groß, um als vorzeitige Anlage für das nächste Jahr angesehen zu werden. Ob sie nun als kleinere Eier beim Ablaichen mit abgegeben, nach der Laichzeit rückresorbiert, oder zu einem späteren Zeitpunkt separat ausgestoßen werden, konnte hier nicht geklärt werden.

Bei 6 Regenbogenforellen beider Geschlechter aus dem lago Lanquihue, río Futa und lago Calafquén war lediglich eine Gonade voll ausgebildet, während die andere ganz oder teilweise reduziert war und alle Anzeichen des juvenil- oder Ruhestadiums trug. Die ausgebildete Keimdrüse war dafür umso stärker und kräftiger entwickelt.

Bei vielen Regenbogenforellen aus dem lago Conguillio wurde bei laichreifen Weibchen ein verhärteter Pfropf von zerstörten, eingeschrumpften, gelben Eiresten an der Geschlechtsöffnung gefunden, der diese von innen verstopfte. Dieses Phänomen scheint durch mangelnde Laichmöglichkeiten und dem entsprechend zu langen Aufenthalt der reifen Eier im Körper hervorgerufen zu werden. Auch in anderen Seen (Calafquén, Riñihue, Panguipulli) fanden sich bei beiden Arten dieselbe Art zerstörter, vertrockneter, gelber Eireste, die dann aber verteilt in der Leibeshöhle auftraten und als nicht abgelaichte und unvollständig rückresorbierte Eireste der letzten Laichperiode erklärt werden. Kurz vor der Laichzeit konnten sie als Eier vom Vorjahr angesprochen werden, die aber keinen Einfluß auf das erneute Abbläichen zu haben scheinen.

9.4. Diskussion

9.4.1. Laichzeiten

Die in dieser Untersuchung aufgeführten Laichzeiten im südchilenischen Raum (lago Villarica bis lago Llanquihue) werden von anderen Autoren und Praktikern der Fischzuchtanstalten bestätigt. In Abb. 9/10 sind alle erreichbaren Angaben aus Chile und den Nachbarländern zusammengestellt und werden mit den augenblicklichen Schonzeiten verglichen. Die Daten aus Argentinien (PLAZA u.a. 1954) stammen ebenfalls aus der Andenkordillere, benachbart zum südchilenischen Untersuchungsgebiet. Der kürzere Zeitraum ist auf die gröbere Abschätzung der Praktiker ohne exakte, datenmäßige Erfassung zurückzuführen. Das gleiche gilt für die Angaben von VALENZUELA, SAG, SANHUEZA u.a. (1975) und BUSTAMANTE (1975). Es wird erkenntlich, daß die Schonzeiten nicht voll befriedigend mit der Laichzeit übereinstimmen. Es ist auch nicht einzusehen, daß die Laichzeiten für Aysén und Magallanes ("Großer Süden" Chiles) anders liegen als für den Rest des Landes. Richtig ist, die Schonzeit schon rechtzeitig vor Beginn des ersten Abbläichens beginnen zu lassen; denn wie in Kap. 4.3.2. dargestellt wurde, setzt eine massive Laichwanderung schon ab Anfang Mai ein, bei entsprechend tiefen Wassertemperaturen wahrscheinlich auch früher.

Abbildung 9/10. Vergleich der Laich- und Schonzeiten von Forellen in Chile und Nachbarländern.
Anmerkungen: 1) Südhile: lagos Calafquén bis Llanquihue, 2) gilt auch für andere überbevölkerte Seen, siehe Kapitel 10.2.1.) SAG = "Servicio Agrícola y Ganadero", Teil des Landwirtschaftsmi-
nisteriums.

	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
<u>Salmo gairdnerii</u> - Laichzeit Südhile ¹⁾												
Maulé - Conguillio - Laja ²⁾												
Llanquihue (VALENZUELA, mündl.)												
río Blanco (SAG ³⁾)												
Argentinien (PLAZA u.a. 1954)												
lago Titicaca (BUSTAMANTE 1975)												
<u>Salmo trutta</u> - Laichzeit Südhile ¹⁾												
Aisén (SANHUEZA u.a. 1975, SAG ³⁾)												
río Blanco (SAG ³⁾)												
Argentinien (PLAZA u.a. 1954)												
<u>Schonzeit</u> (seit 22. 10. 1976)												
Arica bis Chiloé												
Aisén und Magallanes												
lagos Castor, Frío, Pollux, Tompson												
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II

Für die sehr späte Laichzeit von *Salmo gairdnerii* in den Seen Maule, Conguillio und Laja können theoretisch verschiedene Faktoren in Betracht kommen:

- tiefe Durchschnittstemperaturen der Hochkordillere
- andere Forellenrassen (Spätlaicher, "Steelhead"-Form)
- Gründe, die auf die Populationen selbst zurückzuführen sind.

Es ist bekannt, daß in der Hauptsache Tageslänge und Wassertemperatur Auslöser der Laichreife ist (NÜMANN 1966, EINSELE 1952, 1964, kritische Zusammenfassung bei VLAMING 1972). Auch in Kap. 4.3.2. wird die Laichwanderung mit Temperatureinflüssen kausal verknüpft. Letztlich ist auch die Verschiebung der Laichzeit um ein halbes Jahr beim Transport der Forellen auf die Südhemisphäre wohl hauptsächlich auf den Einfluß von Temperatur und Tageslänge zurückzuführen. Liegen in der Hochkordillere die Temperaturen niedriger, so müßte jedoch hier die Laichzeit früher und nicht später einsetzen. Der Einfluß der Tageslänge betrachte ich dabei als untergeordnet. Zwar liegen alle drei Hochkordillerenseen mit den späten Laichzeiten nördlicher ($36^{\circ} - 38^{\circ} 40'$ s.B.) als das südchilenische Untersuchungsgebiet ($39^{\circ} - 41^{\circ} 20'$ s.B.), im Winter sind die Tage im Süden kürzer als im Norden, jedoch setzt trotzdem die Laichzeit im noch weiter nördlich liegenden lago Titicaca (ca. 16° s.B.) noch früher ein als in Südchile.

Wie aus den Ergebnissen des Kap. 3.4.3. hervorgeht, lassen sich andere Forellenrassen im lago Conguillio und der laguna del Maule nicht nachweisen.

Die Forellenpopulationen dieser drei Hochkordillerenseen sind von denen der Andenfußseen verschieden. Die Seen sind während langer Zeit im Jahr unerreichbar und unbewohnt, sie sind daher unterfischt. Ebenso fehlt die freie Abwanderungsmöglichkeit, da sie durch künstliche oder natürliche Staudämme abgeriegelt sind (siehe Kap. 10.2.2.4.). Die dadurch auftretende hohe Populationsdichte (siehe Kap. 6.3.1., 10.2.) und der mit ihr verbundene Streß der intraspezifischen Konkurrenz (Kap. 7.3.2.6.) scheint den ent-

scheidenden Einfluß auf Gonadenentwicklung, späte Laichzeit und Laichrückhaltung auszuüben. Aus diesen Gründen erscheint eine verlängerte Schonzeit mit Rücksicht auf die späte Fortpflanzung dieser Seen unangebracht ja verkehrt, nur eine Reduzierung des Bestandes kann die Situation verbessern. In diesem Zusammenhang interessiert die Beobachtung aus einem Nachbarsee des lago Conguillio, der laguna Galletué, die ebenfalls in der Hochkordillere liegt. Während im Conguillio die Laichzeit im Dezember noch im Gange war, war sie hier offensichtlich schon beendet, wie die Untersuchung zweier gut abgewachsener Weibchen zeigte. Auch diese Beobachtung deutet auf den wesentlichen Einfluß der Populationsdichte hin und widerlegt die These, daß die Verschiebung der Laichzeit durch Tageslänge oder Wassertemperatur verursacht wurde. Eine verspätete Eiablage im Frühjahr mit steigenden Inkubationstemperaturen erhöht die Mortalität unter den Eiern (ZEISS u.a. 1973) und erscheint so als zusätzlicher Regulationsmechanismus der Populationsdichte (siehe auch ALLEN, Jahr ?).

Die Laichzeit für *S. trutta* ist auf Grund dieser Untersuchung leider ungesichert, da besonders aus den Monaten April bis Juni wenig Material vorliegt: auf den Beginn der Fortpflanzungsperiode dieser Art im Mai oder eventuell noch früher deuten folgende Beobachtungen hin:

- die Gonadenentwicklung ist früher als bei der Schwesternart (vergleiche Abb. 9/03 mit 9/01).
- Im Juni wurden 14 Fische mit Keimdrüsen im Ruhestadium gefangen. Ein Teil von ihnen hat wahrscheinlich schon vorher abgelaidet.
- Vergleichsdaten anderer Autoren aus Chile oder dem benachbarten Argentinien (siehe Abb. 9/10).

9.4.2. Gesamteizahl pro Weibchen und Eigewicht

Die Gesamteizahl pro Weibchen und deren Regression mit Länge und Gewicht in dieser Arbeit stimmt mit den Ergebnissen von ZEISS u.a. (1973) aus Lautaro / Chile (siehe auch Abb. 2/06), BUSTAMANTE (1975) und EVERETT (1971, 1973) vom lago Titicaca und NICHOLLS

(1958) aus Tasmanien in groben Zügen überein. Die Gründe dafür liegen in der schwierigen Vergleichbarkeit der Daten, da EVERETT die Gabellänge verwendet, BUSTAMANTE und ZEISS u.a. nicht angeben, welches Längenmaß sie verwenden (jedoch wahrscheinlich ebenfalls die Gabellänge). Außerdem wählte EVERETT (1971, 1973) die doppelt logarithmische Auftragung, ZEISS u.a. (1973) schätzten die Eizahl nach dem Streifen der Weibchen ab. Dabei muß jedoch erfahrungsgemäß mit geringeren Zahlen gerechnet werden, denn oft verbleiben Eier in der Leibeshöhle und es fehlt die Kontrolle, ob die Tiere nicht schon vorher einen Teil ihrer Geschlechtsprodukte natürlich abgelaicht haben. Auch bedingt durch die teilweise beträchtliche Größe der Weibchen in dieser Untersuchung verwundert es daher nicht, wenn die obere Grenze der Eizahl meist höher liegt als bei den anderen Autoren (siehe auch PLAZA u.a. 1954). Der Wert von 16 000 Eier dürfte als einmalige Ausnahme zu betrachten sein (BUSAMANTE 1975:13 000), Daten von 11 000 Eiern sind auch bei großen Weibchen als obere Grenze anzusehen.

Über Eigewichtsbestimmungen liegen außer den in Tab. 9/03 aufgeführten (SANHUEZA u.a. 1975) keine weiteren publizierten Angaben vor. Daten aus den Fischzuchtanstalten zeigen meist etwas höhere Eigewichte, da diese erst nach der Befruchtung gewogen wurden, wenn die Eier schon durch Kontakt mit Wasser aufgequollen sind.

Für Gesamteizahl und Eigewicht wurden relativ gute Korrelationen mit der Fischgröße (Länge und Gewicht) nachgewiesen (Abb. 9/06 und 9/09). Nach dem Bestimmtheitsmaß von LINDNER (1964) lassen sich ca. 56% der Variabilität der Eizahl durch lineare Regression auf Unterschiede in der Fischgröße zurückführen und nur ca. 14% auf den Konditionsfaktor. Ähnlich liegen die Ergebnisse beim Logarithmus des Eigewichtes, der sich zu etwa 64% durch die Standardlänge erklären läßt, durch den Konditionsfaktor jedoch nur um 4%. Zwar bedeutet eine gute Korrelation nicht automatisch auch einen Kausalzusammenhang, in diesem Fall jedoch ist wahrscheinlich, daß die Fischgröße auch die Eizahl und Eigewicht bestimmt, während unerwarteterweise der physiologische Zustand der Einzeltiere nur einen minimalen Einfluß auf diese Größen hat.

Betrachtet man nur die Durchschnittswerte der diskutierten Parameter einzelner Populationen, so wird klar, daß die Endlänge der Wachstumskurven und der Konditionsfaktor (Kap. 6.3.) sicher die Gesamteizahl pro Weibchen (Abb. 9/07 und 9/08) und wahrscheinlich auch die Gewichte der reifen Eier (Ergebnisse aus dem vorliegenden Material jedoch nicht signifikant) beeinflussen: unterbevölkerte Seen wie z.B. der lago Calafquén beherbergen Forellen mit schnellem Wachstum und hoher Korpulenz, ihre Fekundität ist hoch. In unterbevölkerten Seen wie z.B. dem lago Conguillio zeigen diese Fische stark reduzierte Werte, sowohl im Wachstum und Längen-Gewichtskorrelation, als auch in Eizahl und -gewicht. Auch experimentell verursachte Nahrungsmangel eine Reduktion der Eizahl bei der Regenbogenforelle (SCOTT 1961). Diese Erscheinung muß als Mechanismus zur Regulierung der Populationsdichte gedeutet werden (siehe auch ALLEN, Jahr ?, Kap. 10.2., Abb. 10/01).

Die Bedeutung der diskutierten Parameter für die Praxis liegen auf der Hand: ein großes Ei garantiert eine kräftige Fischlarve, hohe Eizahl pro Weibchen deckt relativ schnell den Bedarf für die Fischzuchtanstalten und ein früher Laichtermin garantiert gesicherte Inkubation bei niedrigen Wassertemperaturen. Daher ist der Laich aus den überbevölkerten Hochkordillerenseen von sehr geringem Wert für die Fischzucht; entsprechende Mißerfolge bei der Inkubation und Aufzucht in der Brutanstalt Pullingue (Abb. 2/06) bestätigen dieses.

10. Forellenpopulationen und Möglichkeiten chilenischer
Binnenfischerei
=====

10.1. Einleitung

Chilenische Fischereipolitik beschränkt sich hinsichtlich der Binnengewässer auf die Verwaltung des status quo: hier haben sich die beiden vorgestellten Forellenarten längst ihre dominierende Stellung erorbert und sind besonders eine der wichtigsten Grundlagen des Tourismus geworden. Eine prinzipielle Entscheidung gegen diese Topcarnivoren etwa zu Gunsten der endemischen Fischfauna wäre heute nicht mehr möglich und bei behutsamer Bewirtschaftung überflüssig. Eine Optimierung der Bestände jedoch würde die Fischerei beleben. Es soll versucht werden, dafür Empfehlungen zu geben. Zahlenangaben zur Konkretisierung dieser Maßnahmen, wie sie die Praxis fordert, sind aus der Information vorangegangener Kapitel gewonnen. Sie weisen jedoch die entsprechend hohen Fehlerquoten auf und sind beim Vorliegen vermehrter Information zu korrigieren. Zur Abschätzung wie weit solche Maßnahmen überhaupt gehen können, sollen Betrachtungen über die Produktivität der Gewässer angestellt werden.

Binnenfischerei in Chile bedeutet heute fast ausschließlich Sportfischerei auf Salmoniden, die legal nur einer geringen Bevölkerungsschicht zu Gute kommt. Dies muß nicht zwangsläufig der Fall sein, es kann auch reale Alternativen zum Wohle der Gesamtbevölkerung geben, wie kurze Anregungen im letzten Abschnitt aufzeigen sollen. Daß dies im Rahmen einer schon Anfangs geforderten Neuorientierung der Fischereipolitik geschehen sollte, die den Bedürfnissen eines in der Entwicklung stehenden und von teilweise großer Armut beherrschten Landes angepaßt sein muß, versteht sich von selbst.

10.2. Forellenpopulationen in chilenischen Gewässern

10.2.1. Ursachen und Folgen verschiedener Populationsdichten

Die Ursachen stark unterschiedlicher Populationsstärken sind in einer Faktorenkombination zu suchen, die für jeden See anders zu beurteilen sind. Folgende Gründe spielen meiner Erfahrung nach eine wesentliche Rolle:

1. Seen mit großer Oberfläche jedoch geringem Einzugsgebiet wie der lago Calafquén ($120,6 \text{ km}^2$, CAMPOS u.a. im Druck, Einzugsgebiet: 584 km^2 , ENDESSA 1972) oder der lago Llanquihue (851 km^2 , LÖFFLER 1960, Einzugsgebiet: 839 km^2 , ENDESSA 1972) sind von vornherein wegen des Mangels an geeigneten Laichplätzen benachteiligt. Die Laichplätze werden von den ankommenden Elterfischen immer wieder aufgewühlt und so die vorher schon abgelegten Eier vernichtet (siehe auch ALLEN, Jahr ?, TESCH 1963). Der lago Ranco (408 km^2 , LÖFFLER 1960) hat mit seinem großen Einzugsgebiet von $2\,889 \text{ km}^2$ (planimetrisch ermittelt) günstigere Bedingungen.
2. Die Befischungsintensität ist unterschiedlich, in den Andenfußseen höher als in der Hochkordillere. Leider existiert auch ansatzweise keine Fangstatistik. Hinzugerechnet werden muß die Fischwilderei, die in Chile gelegentlich kommerziell betrieben wird, oder das Wegfangen der Laichfische in den Flußoberläufen durch die Landbevölkerung, für die es oft eine willkommene und notwendige Bereicherung des Speiseplanes darstellt.
3. Überbevölkerung mit Forellen tritt in den beiden hier beschriebenen Beispielen (laguna del Maule, lago Conguillio) in abgeschlossenen Seen ohne Passiermöglichkeit für die Fische am Seeausfluß auf. Bei der laguna del Maule ließ sich die Auswirkung des Staumauerbaues ohne Fischtreppe auf die Verzweigung der Forellen gut beobachten (Kap. 6.3.4.). Ein weiterer effektiver Mechanismus der Regulierung von Forellenpopulationen scheint die Ab-(und Zu- ?)-wanderung zu sein, die hier unterbunden wurde.

4. Die Limnologie der untersuchten Seen ist wohl vergleichbar (Temperatur, Lichtklima, Leitfähigkeiten, Tiefe), jedoch meist nicht näher untersucht (siehe Kap. 2.1.). Einen großen Einfluß auf die Populationen seitens abiotischer Faktoren möchte ich nach subjektiven Abschätzungen als gering erachten.

Der bisherige Einfluß der Besatzmaßnahmen mit Jungfischen ist wegen seiner verschwindenden Menge als gering zu betrachten. Große Unterschiede in der natürlichen Produktivität sind in den oligo- bis mesotrophen Seen (LÖFFLER 1960) ebenfalls nicht zu erwarten. Das heute beobachtete Bild der verschiedenen Populationen ist daher je nach See hauptsächlich auf eine Kombination der drei oben beschriebenen Faktoren zurückzuführen.

In den Kapiteln 6. bis 9. wurden Teilaspekte verschiedener Populationen vorgestellt. Eine schematische Zusammenfassung allerdings ohne Quantifizierung einiger Parameter, die nur im Zusammenhang mit anderen Einflußgrößen sinnvoll wäre (z.B. Nahrungsmenge in Abhängigkeit von Produktivität des Sees, Populationsdichte in Zusammenhang mit Altersaufbau und Wachstum), bringt die Abb. 10/01: geringe Populationsdichten wie z.B. in den lagos Calafquén und Llanquihue garantieren eine überoptimale Ernährung des Einzelfisches. Durch Fehlen einer intraspezifischen Konkurrenz wird nur die bevorzugte Nahrung (Fische) aufgenommen, die Diversität ist gering. Die Werte des Wachstums, der Korpu lenz, der Eizahl pro Weibchen und der Eigewichte liegen hoch. Diese Seen jedoch könnten höhere Popualtionsdichten vertragen, die natürliche Produktivität an Forellennährtieren wird nicht ausgenutzt.

Bei steigender Populationsdichte kann zunächst durch Habitat-erweiterung, d.h. Erhöhung der Diversität der Nahrung eine Verstärkung des Konkurrenzdrucks innerhalb der Art vermieden werden. Die obengenannten Werte nehmen leicht ab, sind aber noch zufriedenstellend. In diesem mittleren Bereich dürfte der langfristig mögliche Fischereiertrag an Forellen optimal sein. Als Beispiel hierfür soll der lago Ranco angeführt werden.

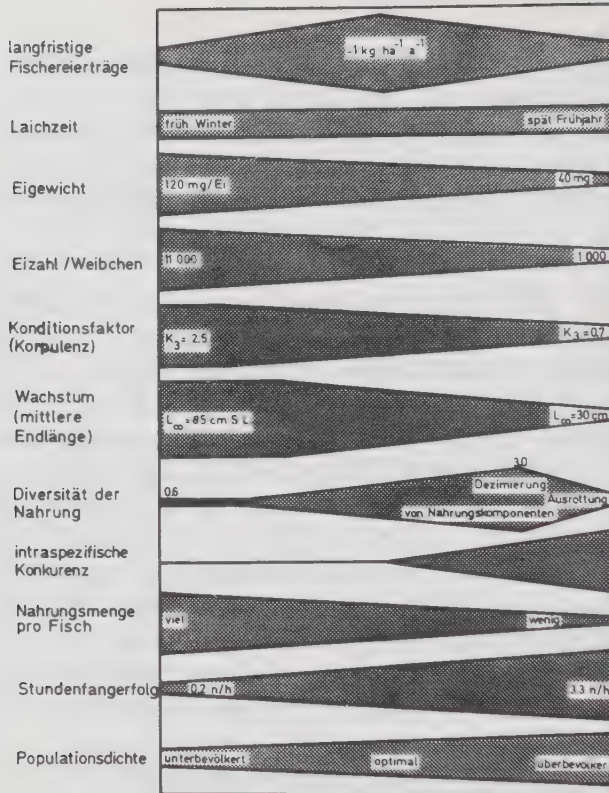


Abbildung 10/01:

Schematische Darstellung der in dieser Arbeit besprochenen Parameter mit ihren Wechselbeziehungen. Nähere Erläuterungen siehe Text. Die Zahlenangaben beziehen sich auf die hier vorgelegten Ergebnisse und repräsentieren die gefundenen Extremwerte. Die Verschiebung der Laichzeit bezieht sich nur auf die Regenbogenforelle.

Eine weitere Erhöhung der Populationsdichte jedoch kann zu negativen Folgen führen: die arteigene Konkurrenz wird so stark, daß Fischnährtiere drastisch dezimiert oder gar ausgerottet werden können. Dadurch kommt es sekundär wieder zu einer Erniedrigung der Diversität der Nahrung. Wachstum und Korpulenz sind wegen der ungünstigen Ernährungslage schlecht. Ein Großteil der Energie wird bei der Suche nach Futter verbraucht, das jetzt aus energetisch minderwertigen Trichopterenlarven, Gastropoden usw. besteht. Eine Verminderung der Eizahl pro Weibchen und der

Eigenschaft (Eigewicht) ist als natürlicher Regulationsmechanismus der Salmonidenpopulation zu betrachten. Die ebenfalls beobachtete Verschiebung der Fortpflanzung ins Frühjahr und damit in einen für die Entwicklung ungünstigeren Zeitraum scheint mit diesem "Stress" zusammenzuhängen. Die langfristig erreichbaren Fischereierträge sinken ab. Beispiele für diese Populationen fanden sich im lago Conguillio und in der laguna del Maule (Abb. 2/01). Ähnliche Verhältnisse scheinen im río Loa und río Salado ("Großer Norden", Abb. 2/01), in der laguna Malleco/Temuco und dem lago Laja zu herrschen. Diese Zusammenhänge zwischen Wachstum, Nahrungskonkurrenz, Fekundität, und Laichzeit einerseits und der Dichte der Salmonidenpopulation andererseits diskutierten auch ALLEN (Jahr ?) und teilweise NICHOLLS (1958) mit vergleichbaren Resultaten.

Die an verschiedenen Stellen erwähnten und diskutierten Regulationsmechanismen der Individuendichte in Forellenpopulationen sollen hier nochmals zusammengestellt werden:

- In der ersten Stufe erfolgt eine Abwanderung überzähliger Exemplare wie das Beispiel der laguna del Maule (Kap. 7.3.2.6., 6.3.4. und 10.2.1.) zeigt.
- Ist dieses unmöglich, so erfolgt durch die einsetzende intraspezifische Konkurrenz um Nahrung und Habitat eine Verlangsamung des Wachstums und Herabsetzung der Fekundität, so daß weniger Nachkommen entstehen. (Beispiel: lago Conguillio, Kap.9.4.).
- Als letzte Möglichkeit der Abundanzregulierung ist die intraspezifische Predation anzusehen (Kap. 7.3.2.7.), die mit Beispielen aus Chile nicht belegt werden kann, jedoch aus der Literatur bekannt ist (SMITH 1956, BURNET 1959, PECHLANER 1966).

10.2.2. Maßnahmen zur Bestandsregulierung und Optimierung der Bewirtschaftung

10.2.2.1. Schonzeiten

Ein bessere Anpassung der Schonzeit an die realen Laichzeiten wurde schon diskutiert (Kap. 9.4.1.). Der Sinn davon ist, die natürliche Fortpflanzung zu sichern. Vordergründig erscheint die Logik richtig, daß "es von gleichem Nutzen und Schaden (sei),

ob man die Fische vor oder während der Laichzeit schonst bzw. wegfängt. In beiden Fällen wird die Laichmenge im gleichen Maße erhalten oder vernichtet" (TESCH 1963). Jedoch steigt die Wahrscheinlichkeit, daß eine Forelle zum Abbläichen kommt, je näher die Fortpflanzungsperiode rückt, Mortalitätsraten liegen normalerweise bei 30 bis 85% pro Jahr (ALLEN Jahr ?, SHELTON u.a. 1974). Auch dem Argument, daß Forellen in laichreifem Zustand weniger gefangen werden, da sie an der Angel schlechter beißen, was aus der großen Zahl leerer Mägen während der Reifezeit hergeleitet wird (Kap. 7.3.1., TESCH 1963), muß bei Forellen widersprochen werden, weil die geringere "Beißlust" durch das Massenauftreten in den Fließgewässern überkompensiert wird. Wie eigene Erfahrungen zeigen, ist der Stundenfangerfolg während der Laichzeit in geeigneten Gewässern wesentlich höher als außerhalb dieser Periode. Die von TESCH (1963) gering erachtete Bedeutung der Schonzeit während der Laichzeit darf nach meinen Erfahrungen nicht unterbewertet werden. Jedoch hat sie sicherlich nicht die zentrale Bedeutung, die der Sportfischer ihr beimißt. In Chile sollte sie mindestens den Zeitraum vom 1. Mai bis 30. November umfassen (siehe auch Kap. 4.3.2. und 9.4.1.).

Extra angepaßte Schonzeiten für die hier besprochenen überbevölkerten Hochkordillerenseen, wie sie vielerorts eingeführt wurden, sind eher schädlich als nützlich. Diese Maßnahmen tragen zur Verstärkung der Populationsdichte bei.

10.2.2.2. Schonmaß und Begrenzung der Fangmenge

Das Mindestmaß für alle Salmoniden in Chile beträgt einheitlich 30 cm Gabellänge, die Höchstanzahl ist auf 10 Exemplare pro Exkursion und Fischer begrenzt. Der Sinn dieser Maßnahmen ist es, einerseits die Elterntiere insoweit zu schützen, daß die natürliche Fortpflanzung gewährleistet ist, andererseits aber auch die Bestände optimal zu bewirtschaften (SCHIEMENZ 1916). Wegen der stark variierenden Verhältnisse in den verschiedenen Forellenpopulationen ist jedoch die pauschale Festsetzung dieser Werte für alle chilenischen Gewässer als effektive Maßnahme ungeeignet. Der Nachteil für die Bewirtschaftung, der durch diese Vereinheitlichung hervorgerufen wird, ist wohl größer, als wenn überhaupt keine derartige Restriktion bestehen (TESCH 1963). Ein zu hoch festgelegtes Mindestmaß läßt nicht zu, daß die Bestände optimal

genutzt werden, da ein Großteil der Fische eines natürlichen Todes stirbt. Eine Herabsetzung der Begrenzung erhöht zwar die Fischereierträge im Vergleich zur natürlichen Mortalität reduziert aber eventuell die fortpflanzungsfähigen Tiere. Eine richtige Beurteilung dieser Maßnahmen erfordert sehr viel Fachkenntnis und ist mit den örtlichen Gegebenheiten (Laichplätze, Wassertemperaturen, Konkurrenten usw.), Befischungsintensität (Fischerei-statistik), Besatzmaßnahmen, Fangmengenbeschränkung, Altersaufbau der Populationen, Weibchengröße beim ersten Ablaichen usw. abzustimmen. Hier seien erste Empfehlungen für die "Extremwerte" von Forellenpopulationen vorgeschlagen (Tab. 10/01), eine Anpassung durch Interpolieren an die Realität der jeweiligen Gewässer ist notwendig. Weiterhin sei auf die detaillierteren Empfehlungen von TESCH (1963) verwiesen und auf die erschöpfenden wissenschaftlich-mathematischen Darstellungen dieses Problemkreises von ALLEN (1954, 1955).

Tabelle 10/01:

Empfehlungen für Schonmaße (obere Zahlen, in cm Gabellänge) und Fangmengenbeschränkung (in Klammern, Anzahl Fische/Tag), für Forellen in chilenischen Gewässern. Bei der Vermehrungsintensität sind eventuelle Besatzmaßnahmen, bei der Befischungsintensität auch die natürliche Mortalität (in Bächen meist hoch, in Seen niedrig) einzubeziehen.

	Vermehrungsintensität			
	hoch		niedrig	
Wachstum schnell	30 (5)	25 (10)	35 (3)	40 (5)
Wachstum langsam	20 (-)	- (-)	25 (15)	20 (-)
	hohe	niedrige	hohe	niedrige
	Befischungsintensität			

10.2.2.3. Besatzmaßnahmen

Forellenpopulationen in Chile können sich ohne künstliche Besatzmaßnahmen problemlos halten, wie jahrelange Erfahrungen ohne bzw. meist ineffektiver und lediglich lokal wirksam werdender Arbeit der Fischzuchtanstalten zeigen. Es ist ein Irrtum zu glauben, daß ein mehr an Jungfischen zwangsläufig auch einen höheren Fischereiertrag zur Folge hat (siehe auch MILES 1961). Bei der durch die Oigotrophie bedingten niedrigen natürlichen Produktivität, müssen sich die Sportfischer von vornherein auf geringe Fischereierträge (Kap. 10.3.) einstellen. Wenn diese durch das Nahrungsangebot begrenzt werden, erkennbar etwa daran, daß in den Mageninhalten alle wichtigen Fischnährtiere vorhanden sind (siehe Kap. 7.3.2.6. und 7.3.2.7.) ist weiterer Besatz sinnlos. Im Gegenteil kann in solchen Fällen so starke Konkurrenz unter den nun zu zahlreichen Jungfischen auftreten, daß sich der erhoffte Erfolg in sein Gegenteil verkehrt (siehe auch BURNET 1959, MILES 1961, TESCH 1963). Als krasses Beispiel sollen die Bemühungen der chilenischen Behörden in der laguna del Maule angeführt werden, wo man trotz niedrigsten Wachstumsraten und Hungerformen der Regenbogenforelle (siehe Kap. 6.3.) mit vollständiger Schonung des Bestandes und intensiven Besatzmaßnahmen versuchte, die Fische zu besserem Wachstum anzuregen.

Sinnvoll sind Besatzmaßnahmen nur unter folgenden möglichst gleichzeitig auftretenden Vorraussetzungen:

- hohe Befischungsintensität
- kleines Einzugsgebiet mit offensichtlich begrenzten Laichmöglichkeiten
- Nahrung der Forellen einseitig auf Fische ausgerichtet
- Wachstumsgeschwindigkeit hoch (viele große Forellen über 60 cm) und Fischegut genährt (Konditionsfaktoren im Schnitt über 1.5).

Als Beispiel für einen solchen See wurde der lago Calafquén vorgestellt, für den exemplarisch Zahlenangaben für den Besatz angeführt werden sollen: Seefläche: 120, 6 km² = 12 060 Hektar. Es sollen jährlich ca. 4 000 Forellen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 1,5 kg gefangen werden. Das bisherige Durchschnittsgewicht der Angelperiode 1975/76 von 2,34 kg wird zwangsläufig

bei höherer Bestandsdichte absinken. Das entspricht einem Ertrag von ca. 6 000 kg / Jahr und ca. 0,5 kg / Hektar * Jahr. Beim Besetzen mit Forellenbrut, die wie in Chile üblich, um Futterkosten zu sparen, nicht angefüttert wird, ist mit hohen Verlusten in der Natur von ca. 95 - 99 % (ALLEN, Jahr ?) zu rechnen. Danach wären etwa 160 000 Jungfische jährlich notwendig, um dieses Ergebnis zu erreichen. Da jedoch mit einer gewissen Erzeugung von natürlichem Nachwuchs im See gerechnet werden kann, andererseits oben angeführte Zahlen eher als Mindestwerte zu betrachten sind, scheint eine Angabe von ca. 100 000 Brütlingen pro Jahr verteilt, ausgesetzt in geeigneten Gewässern des Einzugsgebietes, (siehe MILES 1960) eine realistische Anzahl. Die bisherige Praxis bringt eher Schaden als Nutzen: fast alle Elternfische für den Bedarf der Fischzuchtanstalt Pullinque (siehe Kap. 2.4.2. und Abb. 2/06) werden im lago Calafquén gefangen. Danach gelangt aber nur ein Bruchteil der oben geschätzten Anzahl durch Besatz dorthin zurück, während der Rest in Seen verteilt wird, die allem Anschein nach einen Besatz nicht notwendig haben. Nach dem sich mir bietenden Bild sind solche Maßnahmen in den wenigsten chilenischen Gewässern wirklich erforderlich.

10.2.2.4. Weitere Maßnahmen (Schonreviere, Fischtreppe, Kontrolle und Erziehung, Forschung)

Die teilweise geforderte oder praktizierte Einrichtung von Schonrevieren, die von Anglern nicht befischt werden dürfen, haben den Sinn, 1.) Laichfische für den Bedarf der Fischzuchtanstalten Polcura und Lautaro (siehe Kap. 2.4.2. und Abb. 2/06) zu garantieren, oder 2.) Laichflüsse vor Beunruhigung zu bewahren, um bessere Aufzuchtergebnisse unter natürlichen Bedingungen zu ermöglichen. Das erste Argument gilt nur so lange, wie keine generelle Kritik am Besatzkonzept (Kap. 10.2.2.3.) chilenischer Fischereipraxis geübt wird. Das zweite ist hinfällig, denn der Schutz sollte ja durch Schonzeiten und Schonmaße ausreichend gewährleistet sein.

Die Einrichtung von Fischtreppe, die bei der großen Zahl chilenischer Wasserkraftwerke nach meinen Kenntnissen nirgendwo verwirklicht wurde, wäre sicherlich eine sinnvolle Maßnahme auch in Hinsicht auf andere Fischarten. Der Einfluß auf die Forellenpopulation nach der Unterbrechung des Flußlaufes durch einen Staudamm wurde am Beispiel der laguna del Maule diskutiert, Parallelen dazu ergeben sich für den lago Laja und den lago Conguillio (Stau durch Lavastrom). Der Abschluß von Forellenpopulationen in Hochkordillerenseen hat wegen geringer Befischungs- und anfangs hoher Vermehrungsintensität eine Überbevölkerung mit Wachstumsrückgang und Hungerform durch Nahrungsmangel zur Folge (Kap. 6.3. und 7.3.2.6.). Die offensichtlich effektive Selbstregulierung der Populationen durch Abwanderung ist nicht mehr möglich. Weitere in stärkerem Maße wandernde Fischarten sind die Neunaugen (*Geotria australis*) und *Percichthys trucha*. Der Bau von Fischtreppe sollte beim Errichten von Bauwerken jeglicher Art, die Flußläufe unterbinden, von vornherein eingeplant werden.

Nur eine effektive Kontrolle der vorgeschlagenen Maßnahmen garantieren den wirklichen Erfolg. Dabei wirkt sich nicht nur die weiträumige und verkehrstechnisch schwach erschlossene Infrastruktur des Landes negativ aus, sondern auch der menschliche Faktor: so lange es beispielsweise noch Hotelbesitzer gibt, die einerseits an der verbotenen Kommerzialisierung des Forellenfleisches beteiligt sind, die andererseits aber als Fischereinspektoren fungieren und deren Gäste fast ausschließlich aus Sportfischern bestehen, ist die Durchführbarkeit fast aller Maßnahmen in Frage gestellt. Wichtig wäre eine kompetente Besetzung wesentlicher Entscheidungsgremien auch auf lokaler Ebene, die in der Lage sind, nach fachlichen Gesichtspunkten ohne kurzfristige politische Rücksichten zu urteilen und Kontrollmaßnahmen somit effektiver zu gestalten. Erziehung und Information muß auch auf unterster Ebene durchgeführt werden. Die chilenische Sportfischerzeitung "Pesca, Caza y Lanzamiento" wäre hierfür ein wichtiges Forum. Die bei der Einlösung der Jahresfischereischeine ausgegebenen Hefte für Sportfischer "cartilla para pescadores deportivos") des Landwirtschaftsministerium sind ein verheißungsvoller Anfang.

Von chilenischer Seite sollten alle Anstrengungen unternommen werden, zu einer brauchbaren Fischereistatistik der Binnengewässer zu gelangen, wie sie in der allerdings wesentlich wichtigeren marinen Fischerei schon existiert. Über eine geeignete Auswertung dieser Zahlen lassen sich Empfehlungen für zukünftige Bewirtschaftung und Rückschlüsse auf die Effektivität getroffener Maßnahmen schließen. Die Sportfischer sind meiner Erfahrung nach zur Kooperation durchaus bereit, zumal es einsichtlich ist, daß solches Vergehen in ihrem Interesse steht. Die praktische Durchführung ließe sich entweder mit der Ausgabe der Jahresfischereischeine koppeln oder durch Kontrolle der örtlichen Behörden (Servicio Agrícola y Ganadero) zumindest auf Wettfischveranstaltungen durchführen, oder über die Organisationen der Sportfischer selbst (Asociación de Pesca y Caza) abwickeln.

Die chilenische Fischfauna ist vorwiegend systematisch erforscht. Ökologische Daten existieren nur ansatzweise (siehe Tab. 8/01). Schlußfolgerungen und Forderungen müssen daher meist auf Spekulationen basieren. Forschung auf breiter Linie tut not. Vor allem sollten ökologische Fragestellungen und der für Entwicklungsländer besonders wichtige praktisch angewandte Aspekt berücksichtigt werden. Für Arbeiten auf letzterem Gebiet würden sich auch die 5 staatlichen Fischzuchtanstalten (siehe Kap. 2.4.2. und Abb. 2/06) eignen, deren Arbeit heute de facto eingestellt ist oder nur Symbolwert hat. Zu diesem Zweck könnten auch bi- oder multilaterale Organisationen interessiert werden zur Entwicklung und zum Aufbau von Fischzucht und Binnenfischereiwirtschaft. Auf diesem Gebiet ist der lateinamerikanische Subkontinent von allen der rückständigste.

10.3. Fischereierträge in chilenischen Binnengewässern

Trotz einer Fülle von Unsicherheitsfaktoren soll der Versuch einer Abschätzung möglicher Fischereierträge in chilenischen Binnengewässern gemacht werden. Dieses hat einen praktischen Aspekt: ca. 4,9 % der Fläche der Provinzen Valdivia bis Llanquihue sind mit Seen bedeckt, nicht gerechnet die Fließgewässer. Von Talca bis Pto. Montt verfügt Chile über ca. 3 000 km² Seefläche (Tab. 10/02). Das wird zu Recht als Reichtum bewertet und soll,

Tabelle 10/02:

Größe chilenischer Seen von Talca bis Puerto Montt (km² Oberfläche).
Daten nach Campos u.a. (1977, 1978, im Druck) ARENAS (1972),
LÖFFLER (1960), FERROCARRILES DEL ESTADO (1962) und planimetriert
aus der "Carta Preliminar" 1:500 000 des "Instituto Geográfico
Militar", (1972).

Einzugs- gebiet	See	Fläche	Einzugs- gebiet	See	Fläche	
Maule	Maule	44.5	Valdivia	Calafquén	120.6	
	Invernada	4.5		Panguipulli	116.9	
		49.0		Rinihue	77.5	
Bio Bio	Laja	112.0		Neltume	9.8	
	Galletue	9.0		Pellaifa	7.2	
	Icalma	11.7		Pullinque	5.8	
		132.7		Pirehueico	34.2	
				372.0		
Toltén	Conguillio	7.3	Bueno	Ranco	408.0	
	Verde	2.3		Maihue	48.6	
	Colico	57.2		Puyehue	161	
	Huilipilún	11.9		Pupanco	233	
	Villarica	184.0		Constancia	16.2	
		315.7		Huishue	13.5	
Küsten- kordillere	Lanahue	35.0		Gris	11.5	
	Leu-Leu	46.9			891.8	
		81.9				
				Mauñín	Llanquihue	851
			Petrohue		T. l. Santos	188
			Chamiza		Chapo	51
Gesamtsumme:					<u>2 933.1 km²</u>	<u>1 090</u>

wenn möglich, einer rationalen Bewirtschaftung unterworfen werden.
Wichtig dazu ist jedoch eine realistische Einschätzung der
Möglichkeiten, was bisherige Verlautbarungen jedoch nicht an-
nehmen ließen. In der Presse (ERCILLA vom 24.9.1975) wurden
Berechnungen aus der Universidad Católica de Valparaíso publi-
ziert, die eine mögliche industriemäßige Jahresproduktion von
60 000 Tonnen/Jahr in den Gewässern von Talca bis Pto. Montt zugrunde
legten. Dieses entspräche einem Ertrag von 200 kg / Hektar reinem
Forellenfleisch ! Solchen utopischen Vorstellungen muß wider-
sprochen werden.

Verschiedene Autoren stellen Korrelationen zwischen limnologischen Variablen und dem Fischereiertrag fest (RYDER 1965, RAWSON, 1952, 1955, REGIER u.a. 1971, HENDERSON u.a. 1974). Sie bilden daraus den "morpho-edaphischen Index" = MEI (morpho-edaphic index, índice morfo-edáfico), der nach RYDER (1965) folgendermaßen berechnet wird:

$$MEI = \frac{\text{Trockenrückstand (mg/l)} (= x_1)}{\text{Durchschnittstiefe (Fuß)} (= x_2)}$$

langfristige jährliche Fischereierträge aus nordamerikanischen Seen in kg/ha (= y) sind folgendermaßen mit den Variablen verbunden:

$$y = 6.23376 \cdot x_1^{0.28777} \cdot x_2^{-0.50891} \quad (r = 0.872)$$

Bei HENDERSON u.a. (1974), der Untersuchungen in afrikanischen Seen anstellte, lauten die Formeln:

$$MEI = \frac{\text{Leitfähigkeit } (\mu S_{20})}{\text{Durchschnittstiefe (m)}} = x$$

der Zusammenhang mit den Fischereierträgen in kg/ha (= y) lautet:

$$y = 8.7489 \cdot x^{0.3813} \quad (r = 0.5073)$$

nach beiden Methoden wurden mögliche langfristige Fischereierträge in einigen chilenischen Seen exemplarisch abgeschätzt (Tab. 10/03). Weder bei den Leitfähigkeiten noch den Trockenrückständen sind große Unterschiede festzustellen. Eine Umrechnung der Werte ineinander, wie es SHELTON u.a. (1974) unter Berufung auf REIMERS u.a. (1955) und HUTCHINSON (1957) vorschlugen, erschien mir zu gewagt, denn die hier gemessenen Werte folgen nicht den angegebenen Korrelationen.

Die Ergebnisse des Seenvergleichs nach der Methode von RYDER (1965) sind eher unterschätzt, da die Seen in den USA und Canada im Schnitt weiter nördlich liegen und geringere Strahlungsintensitäten und Wassertemperaturen sich in der Gesamtproduktion auswirken. Durchschnittstiefen und Trockenrückstände sind jedoch durchaus im vergleichbaren Bereich. Die Daten mit der nach

Tabelle 10/O3:

Abschätzung von langfristig möglichen Fischereierträgen in einigen chilenischen Binnengewässern anhand des morpho-edaphischen Index nach RYDER (1965) und HENDERSON (1974). Daten der Seenmorphometrie nach ARNAS(1972), LÖFFLER (1960), CAMPOS u.a. (1978, im Druck), VARELA (1978) und eigenen Abschätzungen (Werte in Klammern). Daten der Leitfähigkeit und des Trockenrückstandes teilweise nach LÖFFLER (1960), DERKOSCH u.a. (1961), sonst eigene Werte. Aus allen erreichbaren Angaben wurde das arithmetische Mittel gebildet. Weitere Bemerkungen siehe Text.

See	Ober- fläche (km ²)	Durchschnitts- tiefe	Leitfä- higkeit (uS)	Trocken- rückstand (mg/l)	Morpho-edaphischer Index RYDER	Fischereiertrag RYDER HENDERSON (kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹)	Gesamtertrag RYDER HENDERSON (to / a)
Villarica	184	(90)	43.7	53.6	0.18	1.1	20
Pirehueico	34.2	62	44.2	62.4	0.31	1.4	5
Neltume	9.8	58	42.1	45.9	0.24	1.3	1
Pellaifa	7.2	51	32.3	51.7	0.31	1.4	1
Calafquén	120.6	115	54.7	64.4	0.17	1.0	12
Pullínque	5.8	13	54.3	87.5	2.03	3.3	2
Panguipulli	116.9	125	38.3	81.5	0.20	1.0	12
Rinihue	77.5	162	43.5	31.1	0.06	0.7	5
Ranco	408	(100)	53.5	51.0	0.16	1.0	41
Llanquihue	851	(150)	78.4	60.7	0.12	0.9	74
T.L.Santos	188	(160)	33.8	43.0	0.08	0.8	14
Summe:	3 003						188
Durchschnittlicher Fischereiertrag (kg·ha ⁻¹ ·a ⁻¹)							6.5

1 305

233

80

9

65

40

282

580

90

HENDERSON u.a. (1974) berechneten Methode sind sicher im Schnitt zu hoch angesetzt, da es sich bei jener Untersuchung um Seen des tropischen Afrika mit oft extremen Werten an Leitfähigkeiten und Durchschnittstiefen handelt, was wohl auch die geringe Korrelation des Punkteschwarmes zur Ursache hat. So schwanken die theoretischen Ertragsabschätzungen je nach Berechnungsgrundlage zwischen 1 und $7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{Jahr}^{-1}$, dürften jedoch eher an der unteren als an der oberen Grenze liegen. Durchschnittswerte von 2 - 3 kg/ha mit entsprechend großer Fehlerbreite erscheinen realistisch für diese oligo- bis mesotrophen Seen. Der mögliche langfristige Jahresertrag nur an Forellen ist jedoch wesentlich geringer und wird die 1 kg/ha-Grenze im Mittel nicht überschreiten.

Die intensiven Untersuchungen im lago Calafquén erlauben in etwa eine Abschätzung der Salmonidenerträge aus dem Fischereijahr 1975/76. Während der Fangperiode wurden alle 4 Wochen die Angelfänge dieses Sees im Hauptangelzentrum Licán-Ray untersucht. Aus der genauen Kenntnis dieses Sees (Angelmöglichkeiten, Befischungsintensität in der Woche, an Wochenenden, in der Ferienzeit usw.) schätze ich, daß etwa 1/25 bis 1/30 des Gesamtfanges registriert wurde. 85 untersuchte Forellen mit einem Gesamtgewicht von 198,6 kg entsprächen dann einem geschätzten Gesamtfang von 5 000 - 6 000 kg im ganzen See und einem Ertrag von ca. 0.5 kg/ha.

Der lago Titicaca, ein tropischer Hochgebirgssee mit zumindest ähnlichen Wassertemperaturen wie die südchilenischen Seen, war mit 500 Tonnen/Jahr ($\approx 0.66 \text{ kg/ha}$) Forellen überfischt, EVERETT (1973) schätzt hier mögliche jährliche Salmonidenerträge auf 350 Tonnen ($\approx 0.46 \text{ kg/ha}$). Nicht akzeptierbar sind Werte von SHELTON u.a. (1974), die bei Ertragsabschätzungen für Forellen aus peruanischen Seen Jahresfänge von 15 kg/ha errechnen ! Sie berücksichtigen nicht, daß bei geplanten drastischen Erhöhungen der Populationsdichten nicht die alten Werte des Wachstums (für die sie nur theoretische Daten verwenden) und der Längen-Gewichtskorrelation zugrunde gelegt werden dürften (siehe Kap. 6.) und daß die Produktion an Nahrungstieren zum begrenzenden Faktor werden wird.

10.4. Weitere Möglichkeiten der Fischereiwirtschaft in Chile

10.4.1. Sportfischerei und kommerzielle Fischerei

Bisher sind die Binnengewässer Chiles ausschließlich den Sportfischern vorbehalten. Dies war nicht immer so: GOLUSDA (1927) berichtet, daß bald nach der Forelleneinfuhr geräucherte Salmoniden nach Santiago verkauft wurden. EIGENMANN (1927) fand einige Holotypen von Süßwasserfischen seiner systematischen Untersuchungen auf dem Fischmarkt in Santiago. Auch im lago Titicaca wird eine kommerzielle Fischerei betrieben (EVERETT 1973). Die Vorteile dieser Bewirtschaftungsart in Chile wäre folgende:

- Die Fischerei kann zur notwendigen Eiweißversorgung und Arbeitsplatzbeschaffung der Bevölkerung beitragen, Edelfische können über Verkauf und Export Geld und Devisen bringen.
- Der Wert der chilenischen Binnengewässer wird leichter und für alle deutlich quantifizierbar: Verstöße gegen die Umwelt sind keine Kavaliersdelikte mehr, sondern Schäden können leicht und einsichtig in Geldsummen ausgedrückt und gegebenenfalls eingeklagt werden.
- Der Berufsfischer übernimmt Verantwortung für "seinen" See und die Bewirtschaftung und den Schutz der Fische.
- Eine geeignete Bewirtschaftung nutzt die natürliche Produktivität optimal aus und käme auch den Sportfischern zu gute. So gesehen bedeutet die kommerzielle Fischerei nicht zwangsläufig Konkurrenz zur Sportanglerei.
- Durch Absprache von Sport- und Berufsfischern kann sinnvolle Zusammenarbeit entstehen, wie es beispielsweise in Westdeutschland (Edertalsperre) praktiziert wird.
- Bisher befischte Bestände von Planktonfiltrierern (*Basilichthys australis* und *Mugil cephalus*), die an der Angel nicht beißen, können genutzt werden.

- Notwendige wissenschaftliche Untersuchungen können in Zusammenarbeit mit Berufsfischern mit viel Material durchgeführt werden.

Jedoch ist auch in mancher Hinsicht Vorsicht geboten:

- Es muß von vornherein beachtet werden, daß die natürliche Produktivität chilenischer Seen sehr gering ist. Daher besteht leicht die Gefahr einer Überfischung.
- Um Raubbau durch direkte Befischung oder Dezimierung endemischer Arten durch Überbesetzung mit Salmoniden zu verhindern, sind Fachkenntnisse und Verantwortung unabdinglich. Es ist zu prüfen, inwieweit Ausbildungsmöglichkeiten und -niveau in Chile diesen Forderungen entsprechen.

Eine Abschätzung von pro und contra sollte in ein klares und humanes fischereipolitisches Konzept passen und könnte durch ein Pilotprojekt getestet werden.

10.4.2. Aquakultur

Hinsichtlich Fischzucht ist Lateinamerika von allen der rückständigste Kontinent. Nur eine Forellenzuchtanlage arbeitet bisher effektiv für die Produktion (río Pescado, siehe auch Kap. 2.4.2. und Abb. 2/06). Jedoch sind Forellen ausgesprochenes Luxusartikel, die für die dringend notwendige Eiweißversorgung der Bevölkerung nicht verwertbar sind. Einheimische oder schon eingebürgerte Arten, die eine derartige Funktion teilweise erfüllen könnten, wurden bisher nicht in Betracht gezogen.

- Atheriniden und Aplochitoniden werden lokal gefangen und als Delikatesse geschätzt. Ansatzweise gibt es Erfahrungen über Aufzucht und Biologie (GONZALES u.a. 1954, FISCHER 1962, CAMPOS 1969, MCDOWALL 1971).
- Die Meeräsche (*Mugil cephalus*) kommt an der ganzen chilenischen Küste vor, es gibt geeignete Brackwasserlagunen und Ästuare für deren Aufzucht. Sie gilt in Binnengewässern an der Küste als sehr beliebter Fisch der illegalen Netzfischerei, legaler Absatz wäre daher kein Problem. Kenntnisse

in Aufzucht und Hälterung liegen vielfach besonders aus Taiwan und Israel vor.

- *Galaxias maculatus* wird als Jungfisch in Chile teurer als Forellenfleisch gehandelt, der Preis liegt bei ca. 10 US \$/kg. Versuche sie in Kultur zu nehmen, wären erfolgversprechend, Grundkenntnisse ihrer Biologie und Erfahrungen aus Neuseeland liegen vor (CAMPOS 1970, MCDOWALL 1968).
- Karpfen (*Cyprinus carpio*) könnten ideal in küstennahen Gewässern der Zentralzone und Südchiles (Valdivia) gezüchtet werden. Alle Spielarten und Rassen sind bereits vertreten. Zur Mischkultur käme außerdem die Schleie (*Tinca tinca*), die auch in Chile eingebürgert ist (DEBUEN 1959), in Frage, ebenso eventuell einheimische Atherinidenarten.
- Für Tilapia-Arten (bisher nicht in Chile) ergeben sich Aufzuchtmöglichkeiten am Kordillerenabhang der nordchilenischen Wüste bis zur Zentralzone. Proteinmangelversorgung entlegener Gebiete und einfache Aufzuchtmethoden garantieren Absatz und Erfolg.
- Decapode Krebse (*Cryphiops caementarius* im Großen Norden und *Parastacus pugnax* in der Zentralzone) gelten lokal als Delikatesse. Die erste Art ist durch Verfolgung stark bedroht und momentan ganzjährig geschützt. Zuchtvorhaben werden lokal in Perú versucht und sind erfolgversprechend. Der Absatz ist wegen der Beliebtheit kein Problem.

10.4.3. Einbürgerung weiterer Fischarten

Forellen haben in Chile das biologische Gleichgewicht verändert (Kap. 8.). Bisherige Einbürgerungsversuche mit anderen Salmoniden scheiterten. Es ist daher in Zukunft Vorsicht geboten mit der Akklimatisation von carnivoren Arten, wie bei den gegenwärtig wieder laufenden Versuchen mit Pazifiklachsen (*Oncorhynchus* sp.). Auch die Einfuhr weiterer Arten, wie sie MILES (1961) vorschlägt, (u.a. den Serraniden *Roccus saxatilis*) muß abgelehnt werden. *Coregonus clupeaformis* wurde schon 1930 vergeblich importiert (BARROS 1961, LOBELL 1947, Kap. 2.2.1.). Es ist zu erwarten, daß der gefräßigen Decapoden Aegla-Arten, die in hoher Anzahl das Profundal bewohnen, aller Laich dieser Art zum Opfer fällt. Die Nische der Zooplanktonfiltrierer ist in den

südchilenischen Seen außerdem durch *Basilichthys australis* belegt, Konkurrenz beider Arten ist zu befürchten. Futterfische für Salmoniden sind durch die autochtonen kleinen Salmoniformes ausreichend vertreten, Einfuhr von *Osmerus mordax*/Osmeridae oder *Clinostomus elongatus*/Cyprinidae erscheint daher überflüssig. Einheimische und bereits eingeführte Arten bieten in Chile bereits vielfältige Möglichkeiten der Entwicklung einer Binnenfischerei. Diese Chancen müssen zuerst genutzt werden, bevor man neue Arten mit schwer abschätzbaren Folgen für die endemische Fischfauna importiert, deren wirtschaftlicher Erfolg außerdem ungesichert ist.

11.1. Zusammenfassung

=====

1. Zweck dieser Arbeit war es, die Auswirkung der Akklimatisation der europäischen Forelle (*Salmo trutta*, LINNÉ 1759) und der Regenbogenforelle (*S. gairdnerii*, RICHARDSON 1836) in Chile auf die autochtone Fauna und die Einnischung der importierten Forellen im neuen Lebensraum zu beschreiben. Außerdem sollte durch Freilanduntersuchung und Diskussion biologischer Grundlagen der Salmoniden ein Bezug zur Praxis der Bewirtschaftung der Binnengewässer hergestellt werden.
2. Von insgesamt 10 eingeführten Salmonidenarten haben sich in Chile nur die beiden untersuchten Forellen allgemein durchgesetzt. Sie wurden in den Jahren 1905 bis 1913 aus Deutschland importiert. Die geographische Verbreitung erstreckt sich heute von Coquimbo (ca. 30° S.B.) südlich bis Feuerland mit einem isolierten Vorkommen im andinen Teil des río Loa (ca. 22° S.B.): die Regenbogenforelle bevorzugt stehende, die europäische die Fließgewässer: beide gehen auch ins Meer.

Gegenwärtig werden die Binnengewässer fast nur durch Angler genutzt. Die Forellen sind neben einigen einheimischen Arten die wichtigsten und beliebtesten Sportfische, die wesentlich zur Belebung des Tourismus beitragen. Fünf staatliche Fischzuchtanstalten sorgen für den Besatz der Binnengewässer, zwei private Forellenzüchter begannen vor kurzem mit der Produktion für Export und Binnenmarkt. Weitere kleinere Anlagen dienen zu Versuchszwecken oder der Einbürgerung von Pazifiklachsen.

3. Mit einer großen Anzahl von morphometrischen und meristischen Merkmalen wurde versucht, Klarheit über das Vorkommen verschiedener Forellenrassen zu schaffen, wie sie in der chil. Literatur beschrieben worden sind. Mit den Ergebnissen dieser Untersuchungen wurde zunächst eine "Definition" der Forellen in Chile gegeben: in der Diskussion stellte sich folgendes heraus: der systematische Wert morphometrischer Messungen ist gering; von den meristischen Daten sind besonders die Wirbelzahl und die Anzahl der Schuppen auf der Seitenlinie brauchbar.

Die europäische Forelle zeigt die gleiche Differenzierung in verschiedene Ökotypen wie in ihrem Ursprungsgebiet. Die für Chile zitierten Rassen sind als ökologisch bedingte phänotypische Variationen aufzufassen, wofür eine Reihe von Argumenten angeführt werden. Eventuell existiert genetisch verschiedenartiges Material dieser Art in Magallanes, wie abweichende Wirbelzahlen zeigen und sich aus den unterschiedlichen Importen erklären läßt.

Die zwei für Chile beschriebenen Rassen der Regenbogenforelle gehen auf ein Literaturzitat zurück, das immer wieder übernommen wurde. Die meristischen Merkmale dieser Art decken sich weitgehend mit den Angaben aus Deutschland, wo jedoch die zweigipflige Verteilung der Wirbelzahlen noch auf eventuell unterschiedliche Formen rückschließen läßt. Das Maximum der Werte in Chile liegt genau dazwischen, so daß man bei dieser Art von der wahrscheinlichen Homogenität des Untersuchungsmaterials ausgehen muß: die große Variabilität in Wachstum, Färbung, Aussehen, Nahrungszusammensetzung, Fertilität und Laichperiode muß daher mit ökologischen Faktoren erklärt werden.

4. Bei einer monatlichen Fischerei mit Kiemennetzen im Lago Calafquén /isla Millahuapi von mehr als einem Jahr wurde zahlreiche Material der Regenbogenforelle und von drei weiteren autochtonen Fischarten erbeutet. Kleine *Salmo gairdnerii* treten das ganze Jahr über in den Netzen mit Ausnahme des Monats November auf, als starke Laichwanderungen von *Perichthys trucha* diese anscheinend vertrieb. Große Regenbogenforellen über 45 cm Standardlänge zeigen einen typischen Jahresgang des Einheitsfanges mit Maximum im August und Minimum im Sommer (Januar/Februar): beim Massenauftreten im Winter handelt es sich um Laichwanderungen der in der Gonadenentwicklung fortgeschrittenen Tiere, eine sehr gute negative Korrelation des Einheitsfanges mit der Wassertemperatur ist feststellbar. Im Sommer hielten sie sich im unteren Epilimnion zwischen 13 und 33 m im Pelagial über großen Wassertiefen meist fern vom Ufer auf, wiewohl durch Echolot-aufnahmen festgestellt werden konnte.

Basilichthys australis als pelagischer Planktonfiltrierer und *Odontesthes wiebrichi* als Benthosfresser laichen im Frühjahr, wenn die Wassertemperatur 13° C erreicht hat. Man fängt sie mit Kiemennetzen in großen Mengen im Uferbereich, wo sie zum Ablaichen hinkommen. *Percichthys trucha* ist ebenfalls Frühjahrs-laicher, der in die Zuflüsse aufsteigt, und in den Monaten Oktober bis Dezember in großer Anzahl erbeutet werden kann.

5. *Plerocercoiden* von Cestoden der Gattung *Diphyllobothrium* fanden sich häufig bei Forellen beider untersuchter Arten, jedoch nicht bei anderen Fischen. Sie finden sich in allen inneren Organen. Bis zur Art konnten diese Parasiten nicht bestimmt werden.

Die Bandwurmlarven treten erst in Forellen über 20 cm Standardlänge auf. Die Fische verschiedener Andenfußseen sind etwa gleichstark befallen: ca. 80 % aller Regenbogenforellen und ca. 45 % aller europäischen. In den von Menschen nicht besiedelten Hochkordillerenseen zeigen Salmoniden keinen Befall mit Parasiten. *Salmo trutta* aus Fließgewässern ist signifikant geringer befallen als diese Art aus Seen, für *S. gairdnerii* konnten diese Unterschiede nicht nachgewiesen werden, was sich durch geringere Standorttreue dieser Arten klären läßt. Die Stärke des Parasitenbefalls hat geringen Einfluß auf den Konditionsfaktor. Auf die Eizahl pro Weibchen waren jedoch keine Auswirkungen nachzuweisen.

Das Auftreten der *Plerocercoiden* im Fisch ist korreliert mit dem Anteil der Fischnahrung im Mageninhalt, jedoch nicht mit dem Vorhandensein von Zooplankton oder Dekapoden (Aegla). Es wird daher vermutet, daß planktivore autochtone Fische eventuelle Überträgerfunktionen übernehmen, indem sie das mit *Plerocercoiden* infizierte Zooplankton in ihrem Mageninhalt an die piscivoren Salmoniden weitergeben. Der Sportangler wirft die infizierten Eingeweide ans Ufer, so daß Haustiere sich mit den Larven infizieren können. Hund, Katze und Schwein dürften als die wichtigsten Endwirte in Frage kommen.

6. Die Abschätzung des Stundenfangerfolges mit der Handangel wird als indirekter Parameter für die Populationsdichte in verschiedenen Seen gewertet. Als unterbevölkert haben dabei die lagos Calafquén und Llanquihue zu gelten, als überbevölkert Maule und Conguillio.

Wachstumskurven wurden aus dem Schuppenbild durch Rückberechnung ermittelt. Im November, nach Beendigung der Laichzeit setzt das Längenwachstum wieder ein, die "Winterringe" auf den Schuppen werden abgeschlossen. Mittels WALFORD-Plot und VON-BERTALANFFY-Wachstumsformel konnten Wachstumsparameter errechnet werden, die es erlauben, die Kurven verschiedener Populationen zu vergleichen. Die physiologisch mögliche mittlere Endlänge erwies sich dabei als wichtigste Größe. Für die Regenbogenforelle ließen sich die Wachstumskurven meist zufriedenstellend errechnen, für die europäische jedoch nur in Ausnahmefällen. Zur Beschreibung der Korpulenz der Fische benutzte ich den Konditionsfaktor und die Längen-Gewichtskorrelation. Eine Veränderung im Jahresverlauf der beiden letzten Parameter ließ sich nicht bzw. nur als Trend feststellen, jedoch ergaben sich genau wie bei der Endlänge charakteristische Unterschiede von See zu See. Die größte Endlänge und den höchsten Korpulenzfaktor erreichen die Forellen in unterbevölkerten Biotopen. Beide Faktoren nehmen mit zunehmender Populationsdichte ab, bis sich in den obengenannten überbevölkerten Seen nur noch Kümmerformen finden.

7. Die quantitative Mageninhaltsanalyse zeigt einen charakteristischen Jahresgang: der höchste Prozentsatz leerer Mägen findet sich im August, der niedrigste im November, kurz nach Beendigung der Laichzeit. Die relative Magenfüllung ist dabei mit der Gonadenentwicklung korreliert: erreichen die Keimdrüsen das Maximum ihrer Ausdehnung, so ist die Magenfüllung am geringsten.

Bei den qualitativen Untersuchungen ließ sich große Übereinstimmung in der Zusammensetzung des Mageninhalts (getestet mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach KENDALL) zwischen Forellen, die mit Netz in der Nacht und mit der Angel tagsüber gefangen wurden, nachweisen. Das gleiche gilt für den Vergleich

von beiden Geschlechtern und beider Arten, woraus man auf starke Konkurrenz zwischen *Salmo trutta* und *S. gairdnerii* schließen kann. Kleine Regenbogenforellen aus dem lago Calafquén fressen wesentlich mehr allochtone terrestrische Organismen vom Neuston, während die großen über 45 cm Standardlänge sich einseitig von pelagischen Fischen ernähren. Auch jahreszeitlich gibt es Variationen in der Nahrungszusammensetzung, die sich jedoch größtenteils aus dem unterschiedlichen aktuellen Angebot erklären lassen.

Beim Vergleich der Nahrung von verschiedenen Regenbogenforellenpopulationen zeigt es sich, daß die Forellen mit großer Endlänge in den unterbevölkerten Seen fast nur pelagische Fische verzehren. Bei zunehmender intraspezifischer Konkurrenz durch die Erhöhung der Populationsdichte erfolgt zuerst eine Habitaterweiterung: die Salmoniden gehen vermehrt zu Benthosnahrung über. Bei weiter steigender Populationsdichte wird der Predationsdruck so groß, daß es zur Dezimierung und später zur Ausrottung zuerst pelagischer Beutefische (Galaxiidae, Aplochitonidae), dann der bevorzugten großen Benthosorganismen (*Aegla*) führt. Sekundär ist dann die Nahrung wieder einseitig, diesmal auf kleine Benthosorganismen (Trichopteren und Chironomiden) ausgerichtet.

8. Das geologisch geringe Alter des chilenischen Lebensraumes, die geographische Isolation, starker glazialer Einfluß und einseitiger Gewässertyp ließen nur eine sehr beschränkte Artenzahl autochtoner Fischfauna in den Binnengewässern entstehen. Die meist kleinen und nicht piscivoren Arten waren an die Predation nicht angepaßt. Die Evertebratenfauna jedoch wird auch von den meisten chilenischen Süßwasserfischen verfolgt, bei ihr sind daher kaum Abundanzverschiebungen durch zusätzliche Predation der Forellen zu befürchten. Durch direkte Verfolgung durch priscivore Salmoniden sind nur wenige Fischarten betroffen (Galaxiden, Aplochitoniden, Atheriniden). Über die erste Gruppe wird auch aus Australien, Neuseeland und Südafrika berichtet, daß sie zahlenmäßig nach der Akklimatisation von Salmoniden zurückging. Die meisten der autochtonen Süßwasserfische in Chile haben unter Nahrungs- und Raumkonkurrenz der ihnen an Körpergröße und Ökopotenz überlegenen Salmoniden zu leiden. Einige Beispiele des Abundanzrückganges einzelner Arten lassen sich durch Vergleich der

heutigen Situation mit der nur in geringem Maße vorhandenen älteren Literatur ableiten. Jedoch läßt sich feststellen, daß in den meisten Fällen ein Gleichgewicht zwischen Salmoniden und autochtoner Fauna besteht, was erst durch die schon besprochenen Mechanismen der Verstärkung des Predationsdrucks durch Populationsdichteerhöhung der Salmoniden zu Ausrottungserscheinungen führt.

Durch das Fehlen autochtoner pelagischer Raubfische wurde diese Nische von den Regenbogenforellen besetzt, die in Chile eine auf der Nordhemisphäre nur ansatzweise bekannte "Seeform" ausbildet, die sich in schnellem Wachstum, Ernährung, Färbung und Lebensweise deutlich von sonst bekannten Formen abgrenzt.

9. Die Gonadenausdehnung der Regenbogenforellenweibchen erreicht ihr Maximum im Winter (Juli - September), bei Männchen dieser Art und *S. trutta* schon 2 - 3 Monate früher. Die Laichzeit von *S. gairdnerii* liegt zwischen Anfang Juni und Anfang Dezember, kann sich aber in überbevölkerten Hochkordillereenseen bis Anfang Februar hinauszögern. *Salmo trutta* laicht etwas früher, jedoch konnte mit den Ergebnissen dieser Untersuchung die Fortpflanzungszeit nicht exakt bestimmt werden.

Die Eizahl pro Weibchen liegt zwischen 1 000 und 11 000 Stück und ist ebenso wie die Eigewichte (zwischen 40 und 120 mg/Ei) von der Fischgröße abhängig. So haben die großen Weibchen unterbevölkerter Seen viele und große Eier. Die Fekundität wird bei steigender Populationsdichte herabgesetzt, was als natürlicher Regulationsmechanismus bei Salmonidenpopulationen aufgefaßt werden kann.

10. Als Ursache für die unterschiedlichen Populationsdichten in verschiedenen Seen werden das Vorhandensein ausreichender Laichplätze, Befischungsintensität und Möglichkeit der Abwanderung überzähliger Exemplare verantwortlich gemacht, während die Limnologie der einzelnen Seen, die meist sehr ähnlich ist, kaum Einfluß haben dürfte.

Die Folgen der unterschiedlichen Populationsdichten auf Wachstum, Korpulenz, Nahrungsmenge pro Fisch, Diversität der Nahrung, Fekundität und eventuelle Laichzeitverschiebung werden zusammenfassend diskutiert, ebenso die drei Stufen des Regulationsmechanismus der Individuendichte: 1. Abwanderung, 2. Reduktion der Fekundität, 3. intraspezifische Predation.

Konkrete Maßnahmen zur Optimierung der Bewirtschaftung von Forellenbeständen werden diskutiert und vorgeschlagen. Eine Abschätzung der Fischereierträge in chilenischen Binnengewässern wird durch globalen Vergleich limnologischer Variablen und aus eigenen Erfahrungen am lago Calafquén versucht: ca. $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ Gesamtfischerträge und $0.5 - 1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ nur an Forellen wird als realistisch angesehen. Abschließend werden weitere Möglichkeiten chilenischer Fischereiwirtschaft in Binnengewässern wie kommerzielle Fischerei, Aquakultur und Neueinbürgerungen ausländischer Fischarten kurz diskutiert.

11.2. Resumen ampliado

=====

Contribuciones a la biología y al manejo de poblaciones de truchas (*Salmo gairdnerii* y *S. trutta*) en Chile

1. El objetivo de este trabajo fue describir el efecto de la aclimatización de la trucha europea (*Salmo trutta*, LINNEUS 1775) y de la trucha arcoiris (*S. gairdnerii*, RICHARDSON 1836) en la fauna autóctona de Chile y la formación del nicho ecológico de los salmonídeos importados en el nuevo espacio vital. A través de investigaciones en biotopos naturales y de discusión de fundamentos biológicos se quiso además efectuar una relación con la práctica del aprovechamiento de las aguas continentales.
2. De diez especies salmonídeas importadas se aclimatizaron solamente las dos especies investigadas. Fueron importadas de Alemania desde el año 1905 hasta el año 1913. Hoy día se distribuyen desde Coquimbo (30° lat. sur) hasta el sur de Tierra de Fuego con una presencia aislada en la parte andina del río Loa (aprox. 22° lat. sur, fig. 2/04, 2/05, tab. 2/02). La trucha arcoiris prefiere aguas lénticas, la trucha europea las aguas corrientes (tab. 2/03). Ambas especies entran al mar.

La explotación de las aguas continentales se efectúa casi exclusivamente a través de una pesca deportiva; aparte de especies autóctonas las truchas son los peces deportivos más importantes y preferidos, que contribuyen principalmente al fomento del turismo. Cinco criaderos estatales de peces realizan la siembra de alevines en las aguas continentales, dos piscicultores particulares empezaron con la producción para el exporte y el mercado interno. Otros criaderos generalmente más pequeños sirven para la investigación o la aclimatización de salmones del Pacífico (fig. 2/06).
3. Con una cantidad de datos morfométricos y merísticos se trató de aclarar la presencia de distintas subespecies, que son descritas en la literatura chilena. Con los resultados de esta investigación se presentó una "definición" de las truchas en Chile (tab. 3/02, 3/04, 3/05). En la discusión se aclaró, que los datos morfométricos tienen poco valor para la sistemática.

El número de las vértebras y de las escamas en la línea lateral son los datos merísticos , que tienen mayor importancia.

La trucha europea muestra la misma diferenciación en distintos ecotipos como en su país de origen. Las razas descritas para Chile son variaciones fenotípicas causadas por factores ecológicos. Se da una serie de argumentos para esta teoría (cap. 3.4.2.). Posiblemente en Magallanes existe material genéticamente distinto del resto del país, como se ve en el número diferente de vertebras, y que se puede explicar con importaciones distintas (tab. 3/06).

Las dos razas de la trucha arcoiris descritas para Chile se basan en una cita bibliográfica que se repitió frecuentemente. Los valores merísticos de esta especie son parecidos en gran parte a los datos de Alemania (fig.3/03,3/04). La distribución bimodal de las vértebras de *Salmo gairdnerii* en Europa hace presumir la existencia de distintas formas. El máximo de los valores en Chile presenta un valor medio, así se tiene que suponer la posible homogeneidad del material investigado (fig. 3/05). Así se explica la gran variabilidad en crecimiento, coloración, aspecto, composición de la alimentación, fecundidad y época de desove con factores ecológicos.

4. En una pesca mensual con redes de agalla en el lago Calafquén (fig. 4/01), isla Millahuapi (fig. 4/02) de más de un año, se consiguió material abundante de la trucha arcoiris y también de tres especies de peces autóctonos. Ejemplares pequeños de *Salmo gairdnerii* aparecieron durante todo el año en las redes a excepción del mes de Noviembre (fig. 4/06 A), cuando la migración intensa de desove de *Percichthys trucha* los desalojó. Truchas arcoiris grandes de más de 45 cm de longitud standard muestran una variación anual típica de la pesca con un máximo en Agosto y un mínimo en verano (Enero y Febrero, fig. 4/06 B). La presencia abundante en las redes en invierno es causada por la migración de desove de los peces en desarrollo gonadal. Se detectó una correlación negativa fuerte entre la pesca por unidad de esfuerzo y la temperatura del agua (fig. 4/11). En verano estas truchas quedan en el epilimneo inferior entre 13 y 33 m de profundidad en el pelagial lejos de la orilla, como se comprobó con ecosonda (fig. 4/13, tab. 4/08).

Basilichthys australis como filtrador de plancton y *Odontesthes wiebrichi* como consumidor de bentos desovan en primavera, cuando la temperatura del agua alcanza los 13° C (fig. 4/12). En ese período se les pesca en abundancia con redes de agalla cerca de la orilla donde llegan para oviponer (fig. 4/07, 4/08). *Percichthys trucha* también desova en primavera y sube a los afluentes, donde se les coge en los meses de Octubre hasta Diciembre en grandes cantidades (fig. 4/09).

5. *Plerocercoides* de Cestodes del género *Diphyllbothrium* se detectaron frecuentemente en truchas de las dos especies, pero no en otros peces. Están presentes en todos los órganos interiores. No fue posible la determinación de estos parásitos hasta el nivel de la especie.

Las larvas de Cestodes aparecen en truchas de más de 20 cm de longitud standard (tab. 5/01, 5/02, fig. 5/01). El porcentaje de peces parasitados en los distintos lagos al pie de la cordillera es aproximadamente parecido: 80 % de las truchas arcoiris y 45 % de las truchas europeas (tab. 5/03). En los lagos de la alta cordillera sin población humana los salmonídeos no muestran infección con larvas de Cestodes (tab. 5/03). *Salmo trutta* de aguas corrientes es significativamente menos parasitada que esta especie en los lagos; no se podía comprobar estas diferencias para *Salmo gairdnerii* (tab. 5/04), lo que se puede explicar con la mayor movilidad de esta especie. La intensidad de infección tiene poca influencia en el factor de condición (tab. 5/06), y fue imposible comprobar un efecto en el número de las ovas por hembra (tab. 5/07).

La presencia de los plerocercoides en los peces está correlacionada con la porción de pescado en el contenido estomacal, pero no con la existencia de zooplancton o Decápodos (Aegla, tab. 5/05). Por eso se supone, que los peces autóctonos planctívoros funcionan como vectores, transfiriendo en su contenido estomacal el zooplancton infectado con procercoides a los salmonídeos piscívoros. El pescador deportivo bota los intestinos infectados en la orilla, así animales domésticos pueden infectarse con las larvas. Perros, gatos y cerdos serán los huéspedes definitivos más importantes (fig. 5/04).

6. La estimación del éxito de pesca por hora con la caña de pescar se considera como parámetro indirecto para la densidad de la población en distintos lagos (tab. 6/01). Los lagos Calafquén y Llanquihue son subpoblados, en cambio la laguna del Maule y el lago Conquillio sobrepoblados.

Las curvas de crecimiento se calcularon con la información obtenida de los anillos de crecimiento en las escamas (fig. 6/01 - 6/03). Terminada la época de reproducción en Noviembre, el crecimiento empieza de nuevo, los "anillos de invierno" en las escamas serán concluidos (fig. 6/04). Con el "WALFORD-plot" y la formula de crecimiento de VON-BERTALANFFY, se puede averiguar parámetros de crecimiento, los que permiten comparar las curvas de distintas poblaciones. Como valor más importante se presentó la "longitud final media" (L_{∞} , fig. 5/07). Fue posible calcular las curvas de crecimiento con resultados satisfactorios para la trucha arcoiris (tab. 6/02), y solo excepcionalmente para la trucha europea (tab. 6/03). Para la cuantificación de la corpulencia de los peces (fig. 6/08, 6/09) se usó el factor de condición y la correlación de longitud-peso (cap. 6.2.4.). Una variación anual de los dos últimos parámetros casi no se detectó (tab. 6/06, 6/07, 6/12, fig. 6/04 D), pero existen como en la longitud final diferencias características entre los distintos lagos (tab. 6/08, 6/10, 6/13, 6/15). Truchas de lagos subpoblados alcanzaron los valores máximos de la longitud final y del factor de condición. Aumentandose la densidad de población, estos factores disminuyen (fig. 6/10, 6/11) hasta que en los lagos sobrepoblados arriba mencionados solamente existen truchas pequeñas y flacas.

7. El análisis cuantitativo del contenido estomacal demuestra una variación anual característica: el porcentaje más alto de estómagos vacíos se encuentra en Agosto, el más bajo en Noviembre acabando el período de desove (tab. 7/02, 7/03, fig. 6/04 C). La cantidad relativa del contenido estomacal está correlacionada con el desarrollo gonadal: cuando los órganos reproductivos alcanzan su tamaño máximo, los peces consumen poco alimento (fig. 7/01).

En las investigaciones cualitativas se comprobó una gran semejanza en la composición del contenido estomacal (calculado con el coeficiente de correlación de rangos según KEN-

DALL) entre truchas pescadas con redes durante la noche y aquellas pescadas con anzuelo durante el día (tab. 7/04). Lo mismo está comprobado para la comparación de ambos sexos (tab. 7/05) y de las dos especies investigadas (tab. 7/06). De estos resultados se puede deducir, que existe una fuerte competencia entre *Salmo trutta* y *S. gairdnerii*. Las truchas arcoiris pequeñas del lago Calafquén consumen considerablemente más organismos alóctonos del neuston, mientras que los ejemplares grandes de más de 45 cm de longitud standard se alimentan casi exclusivamente de peces pelágicos (tab. 7/10). Existen variaciones anuales en la composición alimenticia (tab. 7/12), que se puede explicar esencialmente por la oferta actual distinta del ambiente.

Comparando la alimentación de distintas poblaciones de la trucha arcoiris, se ve que los salmonídeos con altos valores de longitud final en los lagos subpoblados prefieren peces pelágicos. Intensificándose la competencia intraespecífica a través del aumento de la densidad de población, las truchas amplían, en primer lugar, su habitat, consumiendo más presa bentónica (fig. 7/02, tab. 7/14). Incrementándose más el número de salmonídeos, la presión predatoria llega a ser tan grande, que se presenta una disminución y enseguida una extinción de los peces de presa pelágica (Galaxiidae, Aplochitonidae) y también de los animales preferidos del fondo (Aegla). En consecuencia la diversidad de la alimentación baja y las truchas consumen exclusivamente organismos bentónicos pequeños (Trichoptera, Chironomidae).

8. La baja edad geológica del espacio vital chileno, el aislamiento geográfico, la influencia glacial muy fuerte y el tipo uniforme de aguas continentales (cap. 2.2.) fueron las causas para el desarrollo de solo un número limitado de especies de la fauna piscícola autóctona en las aguas interiores (tab. 8/01). Las especies pequeñas y no piscívoras no estaban acostumbradas a la predación. En cambio la fauna invertebrada es perseguida por la mayoría de los peces dulceacuicolas de Chile, por eso una disminución de abundancia por predación adicional de las truchas es poco probable. Solo pocas especies de peces autóctonos son afectadas directamente por persecución de los salmonídeos piscívoros (Galaxiidae, Aplochitonidae, Atherinidae, tab. 7/16, 8/01). De la disminución del primer grupo se tiene información también de Australia, Nueva Zelandia y Sudáfrica,

donde bajaron de número después de la aclimatización de especies salmonídeas. Pero la mayoría de los peces dulceacuicolas autóctonos sufre de la competencia por alimentación y por habitat de los salmonídeos, que son superiores en tamaño y ecopotencia (tab. 8/01). Pocos ejemplos de disminución en número de unas especies se puede verificar, comparando la presente situación con la escasa literatura antigua. En la mayoría de los casos se constituyó un equilibrio entre salmonídeos y fauna autóctona. Casos de extinción ocurren, primero, por los mecanismos ya discutidos del aumento de presión predatoria a través de un aumento de la densidad de población de las truchas.

Por falta de peces de rapaña pelágicos autoctónos, este nicho ahora está ocupado por la trucha arcoiris. En Chile (al igual que *Salmo trutta* en Europa) ella forma un ecotipo de "trucha de lago", poco común en el hemisferio norte, que, de las formas comunmente conocidas, se distingue claramente por crecimiento rápido (tab. 6/02), alimentación (tab. 7/14), coloración (fig. 6/09) y habitat (fig. 4/13, 4/01, tab. 4/08).

9. En las hembras de la trucha arcoiris el máximo tamaño gonadal se registra en invierno (Julio hasta Septiembre, fig. 9/01), mientras que en los machos de esta especie y en *Salmo trutta*, éste se presenta dos hasta tres meses antes (fig. 9/02 y 9/03).

El tiempo de desove de *Salmo gairdnerii* se extiende entre el principio de Junio hasta el principio de Diciembre (fig. 9/05), pero en los lagos sobrepoblados de la alta cordillera puede tardar hasta el principio de Febrero (fig. 9/10). *Salmo trutta* desova antes; con los valores de esta investigación no fue posible averiguar bien el período correspondiente.

El número de ovas por hembra está en el rango de 1 000 hasta 11 000 y depende, al igual que el peso de las ovas (entre 40 y 120 mg por ova) del tamaño del reproductor (fig. 9/06, 9/09). Las hembras grandes de los lagos subpoblados tienen muchas ovas grandes, la fecundidad disminuye con el aumento del número de individuos (fig. 9/07, 9/08, tab. 9/01, 9/03), lo que se puede entender como mecanismo de autoregulación natural en poblaciones salmonídeas.

10. Como causa de las distintas densidades de poblaciones en diferentes lagos, se estima responsable la existencia de suficientes lugares de puesta, la intensidad de pesca y la posibilidad de emigrar para ejemplares excedentes. Al contrario la limnología de los distintos lagos, que generalmente es parecida, no tendría influencia (cap. 10.2.1.).

La consecuencia de las distintas densidades de poblaciones para el crecimiento, la corpulencia, la cantidad de alimento por pez, la diversidad de la presa, la fecundidad y el desplazamiento del período de reproducción se discute en forma global (fig. 10/01). Igual se hace con las tres etapas de regulación de densidad de individuos en poblaciones salmonídeas: 1. emigración, 2. reducción de la fecundidad, 3. predación intraespecífica (cap. 10.2.1.).

Se discute y propone medidas concretas para mejorar el manejo de poblaciones (cap. 10.2.2.). Además se trata de apreciar el rendimiento de pesca en aguas interiores chilenas a través de una comparación a nivel mundial de variables limnológicas (tab. 10/03) y de experiencias propias en el lago Calafquén (cap. 10.3.). Como valores aproximados se calcula un rendimiento total de pescado de $3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, de los cuales un 0.5 hasta $1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ corresponde solo a truchas.

Finalmente se discute otras posibilidades de economía pesquera chilena en aguas interiores como pesca comercial (cap. 10.4.1.), acuicultura (cap. 10.4.2.) y aclimatización de otros peces exóticos (cap. 10.4.3.).

12. Danksagung

=====

In erster Linie gilt mein besonderer Dank dem Leiter dieser Arbeit Prof.Dr. Jürgen Schwoerbel / Limnologisches Institut Konstanz. Für fachliche Hilfe bei der Abgrenzung des Themas und die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes am Instituto de Zoología der Universidad Austral de Valdivia bin ich Dr. Hugo Campos Cereceda sehr verbunden. Dem Direktor der Fischzuchtanstalt Río Pescado/Pto. Varas Alfredo Valenzuela Leal danke ich besonders für die selbstlose fachliche und tatkräftige Unterstützung. Dr. Hartmut Kausch / Limnologisches Institut Konstanz, Prof.Dr. Rolf Geisler / Freiburg und Prof.Dr. Hans-Joachim Elster / Limnologisches Institut Konstanz haben mir durch wichtige Diskussionsbeiträge wertvolle Anregungen gegeben.

Wesentliche technische Hilfe leistete im Labor Frau Rut Oliva. Bei der Freilandarbeit haben mich besonders Boris Contreras del Río, Lidio Bladimir Mera Jaramillo, Juan de Dios Bustos Bustos, Raúl Valdemar Aranea Flores und Germán Otarola Bravo unterstützt. Gerwin Harmisch, Paul Hinrich Kroll und Dr. Sievert Lorenzen waren bei der Beschaffung zusätzlichen Materials unermüdlich. Frau Angelika Kraus / Konstanz hat diese Arbeit dankenswerterweise mit der Maschine geschrieben, Frau Gudrun Schulze führte Dunkelkammerarbeiten aus. Ihnen und allen weiteren hier unerwähnt gebliebenen chilenischen und deutschen Freunden danke ich für ihre Hilfsbereitschaft.

Finanziert wurde diese Arbeit durch ein zweijähriges Stipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes / Bonn. Einen weiteren notwendigen Studienaufenthalt in Chile ermöglichte die Universität Freiburg. Die Vicerectoría de Investigación der Universidad Austral de Valdivia und die Asociación de Pesca y Caza / Valdivia leisteten wertvolle Hilfe durch Finanzierung von Sachmitteln und Bereitstellung eines Kraftfahrzeuges. Eine Genehmigung zur Fischerei außerhalb der gesetzlichen Vorschriften erhielt ich von der División de Pesca y Caza / Landwirtschaftsministerium in Santiago. Ohne die Unterstützung der genannten Organisationen wäre eine Durchführung dieser Arbeit unmöglich gewesen.

13. LITERATURVERZEICHNIS

- ALBERT, F. (1902): La introducción de los salmones.-Imprenta Cervantes, 60pp, Santiago.
- ALBERT, F. (1902): Las ventajas de la introducción del Salmonete arcoiris.-Imprenta Nacional, Santiago de Chile.
- ALLEN (1938): Some Observations on the Biology of the Trout (*Salmo trutta*) in Windermere.-*J. Anim. Ecol.* 7: 333 - 349.
- ALLEN, K.R. (Jahr?): The natural Regulation of Population in the Salmonidae.-*Science Review* 20/3; 58 - 62.
- ALLEN, K.R. (1953): A Method for Computing the Optimum Size-Limit for a Fishery.-*Nature*, 4370: 210.
- ALLEN, K.R. (1954): Factors Affecting the Efficiency of Restrictive Regulations in Fisheries Management. I. Size Limits.-*New Zealand Journal of Science and Technology*, B, 172, 35/6: 498 - 529.
- ALLEN, K.R. (1955): Factors Affecting II. Bag Limits.-*New Zealand Journal of Science and Technology*, B, 173, 36/4: 305 - 334.
- ALLEN, K.R. (1961): Relations Between Salmonidae and the Native Freshwater Fauna in New Zealand.-*Proc. N. Z. Ecol. Soc.* 8: 66 - 70.
- ALLEN, K.R. + CUNNINGHAM, B.T. (1957): New Zealand Angling 1947 - 1952.-*New Zealand Mar. Depart. Fisheries, Bull.* 12, 153 pp.
- ARENAS, J. (1972): Morfometría de lago Ríñihue (Prov. de Valdivia, Chile).-*Mus. Nac. Hist. Nat., Publ. Ocasional No.* 14: 14 pp.
- ARENAS, J. (1978): Analisis de la Alimentación de *Salmo gairdnerii* Richardson en el lago Ríñihue y río San Pedro, Chile.-*Medio Ambiente* 3/2: 50 - 58
- ARRIATA, F., G. + CHANG G., A. + MENU-MARQUE, S. + ROJAS M., G. (1978): About *Bullockia* gen. nov., *Trichomycterus mendozensis* n. sp. and Revision of the Family Trichomycteridae (Pisces, Siluriformes).-*Stud. Neotrop. Fauna Environm.* 13: 157 - 194.
- ARROWSMITH, E. + PENTELOW, F.T.K. (1965): The Introduction of Trout and Salmon to the Falkland Islands.-*Salm. Trout Mag.* 174: 119 - 129.
- BAHAMONDE, N. + Lopez, M. T. (1963): Decápodos de Aguas Continentales en Chile.-*Invest. Zool. Chil.* 10: 123 - 149.
- BAHAMONDE, N. + Pequeño, G. (1975): Peces de Chile. Lista Sistemática.-*Mus. Nac. Hist. Nat. Pub. Ocas.* 21: 3 - 20.
- BALL, J.N. + JONES, J.W. (1960): On the Growth of Brown Trout of Llyn Tegit.-*Proc. Zool. Soc.* 134: 1 - 41.
- BARROS VALENZUELA, R. (1961): La Piscicultura en Chile.-*Rev. Univers. (Universidad Católica de Chile)*, 46: 79 - 90.
- BERTALANFFY, L. von (1934): Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeit des Wachstums I. Allgemeine Grundlagen der Theorie.-*Arch. Entw. Mech. Org.* 131: 613 - 652.
- BERTALANFFY, L. von (1938): A Quantitative Theory of Organic Growth (Inquires on Growth LAWS II).-*Hum. Biol.* 10/2: 181 - 213.
- BEVERTON, R. J.H. + HOLT, S.J. (1957): On the Dynamics of exploited Fish Populations.-*Fishery Invest. London, Ser. II*, 19: 1 - 533.
- BEVERTON, R.J.H. + HOLT, S.J. (1959): A Review of the Lifespans and Mortality Rates of Fish in Nature and their Relation to Growth and other Physiological characteristics.-*CIBA - Foundation Colloquia on Aging*, 5: 142 - 180.
- BIDGOOD, B.F. + BERST, A.H. (1967): Phenotypic characteristics of Rainbow Trout in the Great Lakes.-*J. Fish. Res. Bd. Can.* 24/4: 887 - 892.
- BINGEL, F. + BRUNSWIK, D. + GRIMM, H. + GEHLHAAR, C. + JOHN, C. (1971): Fischbestandskunde. Eine Bearbeitung der Vorlesung "Fischbestandskunde", gelesen von F. TUROW/Uni Kiel.-*Veröff. Instit. Küsten- u. Binnenfisch.* HH, 49.
- BRANDT, A. von (1952/53): Untersuchungen über die Fähigkeit von Stellnetzen unter Berücksichtigung der Netzfarbe.-*Arch. Fischereiwiss.* 4: 5 - 18.
- BRILLOUIN, L. (1960): Science and Information Theory.-*Academic Press*, New York.
- BRUGGEN, H. (1920): Über den Ursprung der chilenischen Seen.-*Verh. d. Deutschen Wiss. Vereins* 6/4: 327 - 353.

- BRÜGGEN, J. (1929): Zur Glazialgeologie der chilenischen Anden.-Geolog. Rundschau 20: 1 - 35.
- BRUNDIN, L. (1956): Die bodenfaunistischen Seentypen und ihre Anwendbarkeit auf die Südhalbkugel.- Rep. Inst. Freshw. Res. Drottning. 37.
- BURNET, A.M.R. (1959): Some Observations on Natural Fluctuations of Trout Population Numbers.- New Zeal. J. Sci. 2: 410 - 421.
- BURNS, J.W. (1972): The Distribution and Life History of South American Freshwater Crabs (Aegla) and their Role in Trout Streams and Lakes.- Trans. Amer. Fish. Soc. 101/4: 595 - 607.
- BUSTAMANTE L., E. (1975): Estudio de la Fecundidad y Ciclo Sexual de la Trucha (Salmo gairdnerii, Richardson) en la Cuenca Norte del Titicaca.- Tesis de la Uni. Nacional de San Cristobal de Huamanga, 65 pp.
- CADWALLADER, P.L. (1975): Feeding Relationships of Galaxiids, Bullies, Eels and Trout in a New Zealand River.- Aust. J. Mar. Freshw. Res. 26: 299 - 316.
- CADWALLADER, P.L. (1975): The Food of New Zealand Common River Galaxias, Galaxias vulgaris Stokell (Pisces: Salmoniformes).- Aust. J. Mar. Freshw. Res. 26: 15 - 30.
- CAMPOS C., H. (1969): Reproducción del Aplochiton taeniatus Jenys.- Bul. Mus. Nac. Hist. Nat. 29: 207 - 222.
- CAMPOS C., H. (1970): Introducción de Especies Exóticas y su Relación con los Peces de agua dulce de Chile.- Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. 14, 162.
- CAMPOS C., H. (1973): Migration of Galaxias maculatus (Jenys) (Galaxiidae, Pisces) in Valdivia Estuary, Chile.- Hydrobiologia, 43/3-4: 301 - 312.
- CAMPOS C., H. (1973): Lista de peces de aguas continentales de Chile.- Not. Men. Mus. Nac. Hist. Nat. 17, 198 - 199, 14 pp.
- CAMPOS, H. + BUCAREY, E. + ARENAS, J. (1974): Estudios Limnológicos del lago Rinihue y río Valdivia (Chile).- Bol. Soc. Biol. Concepción 18: 47 - 67.
- CAMPOS, H. + ARENAS, J. + BUCAREY, E. + STEFFEN, W. (1974): Estudio Limnológico de Lagos y Ríos.- Univ. Austral de Chile, Resumen de la Actividad Científica 1972/1973.
- CAMPOS, H. + ARENAS, J. + STEFFEN, W. + AGÜERO, G. (1977): Estudio Limnológico, Morfométrico, Físico y Químico del Lago Neltume (Valdivia, Chile).- Medio Ambiente 3/1: 37 - 47.
- CAMPOS, H. + ARENAS, J. + STEFFEN, W. + AGÜERO, G. (1978): Estudios Limnológicos en el Lago Pihueico (Chile): Morfometría y Características Físico-Químicas.- Medio Ambiente 3/2: 76 - 88.
- CAMPOS, H. + ARENAS, J. + STEFFEN, W. + AGÜERO, G. (1978): Physical and Chemical Limnology of Lake Rinihue (Valdivia, Chile).- Arch. Hydrobiol. 84/4: 405 - 429.
- CAMPOS, H. + ARENAS, J. + STEFFEN, W. + AGÜERO, G. (im Druck): Limnological Studies of Lake Calafquén and Pellaifa (Chile).- Beiträge zur Hydrologie.
- CAMPOS, H. + ARENAS, J. + STEFFEN, W. + AGÜERO, G. (im Druck): Morphometrical, Physical and Chemical Limnology of Lake Panguipulli (Valdivia, Chile). Geologischer Giesener Anzeiger.
- CORDINI, R.I. (1964): El Lago Lácar del Parque Nacional Lanín.- Anales de Parques Nacionales 10/2: 110 - 183.
- CORDIVIOLA DE YUAN, E. (1974): Sobre la Ubicación Taxonómica de la "Trucha Arcoiris" del lago Cardiel, Prov. de Santa Cruz (Pisces, Salmonidae).- Physis B 33/87: 247 - 248.
- CRISTOFFANINI, A. + IBARRA, H. + VEGA, I. + MARTINEZ, A. + BERTOGLIO, J. (1976): Anemia megaloblastica por Diphyllotothrium latum.- Rev. Med. Chile 104: 921 - 924.
- DEBUEN, F. (1959): Los Peces exóticas en aguas dulces de Chile.- Inv. Zool. Chilenas 5: 103 - 135.
- DEMARTONNE, E. (1904): Traité de Géographie physique.- 4. Aufl. Paris.
- DERKOSCH, J. + LÖFFLER, H. (1961): Spektrochemische Spurenanalyse südamerikanischer Binnengewässer.- Archiv für Geophysik 3/16: 337 - 345.
- DEUFEL (1965): Pigmentierungsversuche mit Canthaxanthin bei Regenbogenforellen.- Archiv für Fischereiwiss. 16/2: 125 - 132.
- DICKIE, L.M. (1971): Mathematical Models of Growth.- RICKER, W.E. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters.- IBP Handbook no. 3, 126 - 130.
- DUARTE, W. + FEITO, R. + JARA, C. + MORENO, C. + ORELLANA, A.E. (1971): Ictiofauna del sistema Hidrográfico del río Maipo. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 32: 227 - 268.

- DYK, V. (1934): Nahrungsuntersuchungen an Bachforellen der Böhmischo-Mährischen Höhe, mit besonderer Berücksichtigung der Landinsekten.- Arch. Hydrobiol. 27: 632 - 640.
- DZIEKONSKA, J. (1954): Charakter żywienia się dorosłego szczupaka (*Esox lucidus* L.), okonia (*Perca fluviatilis* L.) i sandacza (*Lucioperca lucioperca* L.) w jeziorack. Polskie Archiwum Hydrobiologii 2/1: 165 - 183.
- EHRENBAUM, E. (1926): Über Regenbogenforellen und Steelheadforellen.- Allgem. Fischereiz. 51: 288 - 292.
- EIGENMANN, C.H. (1927): The Freshwater Fishes of Chile.- Mem. Nat. Acad. Scienc. 12/2: 80 pp.
- EIGENMANN, C. + ALLEN, W. (1942): Fishes of Western South America.- The University of Kentucky, Lexington.
- EINSELE, W. (1965): Biologie und Fischereiwirtschaft der Regenbogenforelle.- Österreichs Fischerei 11/12: 175 - 177.
- ELLIOTT, J.M. (1967): The Food of Trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor Stream.- J. appl. Ecol. 4: 59 - 71.
- ELLIOTT, J.M. (1970): Diet. Changes in Invertebrate Drift and the Food of Trout, *Salmo trutta* L.- J. Fish. Biol. 2: 161 - 165.
- ELLIOTT, J.M. (1973): The Food of Brown and Rainbow Trout (*Salmo trutta* and *S. gairdneri*) in Relation to the Abundance of Drifting Invertebrates in a Mountain Stream.- Oecologia 12: 329 - 347.
- ELSTER, H.J. (1968): Einige limnologische und fischereiliche Gesichtspunkte zur Aufhebung unserer Fließgewässer durch Kühlwassereinleitungen.- Der Fischwirt 12/68: 10 pp.
- ENDESA (= Empresa Nacional de Electricidad S.A.) (1972): Caudales Medios Mensurales Retrospectivos.- Santiago.
- ENGEL, S. (1974): Effects of Formalin and Freezing on Length, Weight and Condition Factor of Ciso and Yellow Perch.- Trans. Am. Fish. Soc. 103/1: 136 - 138.
- ENGER, M. (1934): Zur Monographie der Regenbogenforelle.- Z.f. Fischerei 32: 675 - 743.
- EPPLEY, R. W. + ROGERS, J.N. + MCCARTHY, J.J. (1969): Half-Saturation Constants for Uptake of Nitrate and Ammonium by Marine Phytoplankton.- Limnology and Oceanography 14: 912-920.
- ETCHEPARE, G. (1954): Contribución al Estudio de *Diphyllbothrium latum* en el lago Lanahue.- Tesis de la Fac. Med. Vet., U. de Chile.
- EVERETT, G.V. (1971): Estudios Pesqueros en el Lago Titicaca.- Rev. Univers. Nac. Tec. Altiplano, Puno/Peru 3: 374 - 399.
- EVERETT, G.V. (1971): The Rainbow Trout of Lake Titicaca and the Fisheries of Lake Titicaca.- Report to the Government of the Republic of Peru, 180 pp.
- EVERETT, G.V. (1973): The Rainbow Trout *Salmo gairdneri* (Rich.) Fishery of Lake Titicaca.- J. Fish. Biology 5: 429 - 440.
- FAIRBRIDGE, R.W. (1961): Eustatic Changes In Sea Level.- Physics and Chemistry of the Earth 4: 99 - 185.
- FEIGENBAUM, J. + DONCKASTER, R. (1955): Consideraciones Clínicas y Epidemiológicas en Relación con dos Nuevos Casos de Difilobotriasis Humana.- Bol. Chile. Parasit. 10: 15-17.
- FENINGER, O. (1956): Die europäische Bachforelle in südamerikanischen Gewässern.- Der Fischwirt 5/3: 61 - 67.
- FERROCARRILES DEL ESTADO (1951 und 1962): Guía de Pesca de Chile.- Talleres Gráficos de los FFCC, Santiago, 165 pp.
- FISCHER, W. (1962): Über einen neuen Atheriniden (*Odontesthes debueni* n.sp.) aus einem Brackgewässer Mittelchiles.- Mitt. Zool. Staatsinst. u. Mus. Hamburg 60: 199 - 204.
- FISCHER, W. (1963): Die Fische des Brackwassergebietes Lengua bei Concepción (Chile).- Int. Rev. ges. Hydrobiol. 48/3: 419 - 511.
- FISH, G.R. (1966): An Artificial Maintained Trout Population in a Northland Lake.- N.Z. J. Sci. 9: 200 - 210.
- FITTKAU, E.J. + ILLIES, H.J. + KLINGE + SCHWABE + SIOLI (1968/69): Biogeography and Ecology in South America.- Junk-Verlag, Den Haag, Monographiae Biologicae 18/19.
- FORD, E. (1933): An Account on the Herring Investigations conducted at Plymouth during the Years 1924 - 1933.- J. Mar. Biol. Ass. U.K. 19: 305 - 384.
- FORTIN, R. + MAGNIN, E. (1972): Quelques aspects qualitatifs et quantitatifs de la nourriture des perchaudes *Perca flavescens* (Mitchill), dans la Grand Anse de l'île Perrot, au lac Saint Louis.- Ann. Hydrobiol. 3: 79 - 91.

- FOWLER, H.W. (1940): Fishes Obtained in Chile by Mr. B. S. Bullock.- *Proceed. Acad. Nat. Scien. Philadel.* 92: 171 - 190.
- FOWLER, H. W. (1951): Analysis of the Fishes of Chile.- *Rev. Chil. Hist. Natural* 51-53: 263 - 326.
- FOWLER, J.A. (1970): Control of vertebral Number in Teleostean Embryological Problem.- *Quart. Rev. Biol.* 45: 148 - 167.
- FRANKENBURG, R. (1966): Fishes of the Family Galaxiidae.- *Aust. Nat. Hist.* 15/5: 161-164.
- FROST, W. E. (1954): The Food of Pike *Esox lucius* L. in Windermere.-*J. Anim. Ecol.* 23: 339 - 360.
- FROST, W.E. + SMYLY, W.J.P. (1952): The Brown Trout of a Moorland Fishpond.- *J. Anim. Ecol.* 21: 62 - 86.
- FUENZALIDA PONCE, H. (1965): Kapitel Klima. In: *Geogr. Econ. Texto refundido. Zitiert aus WEISCHET 1970.*
- GARSDALE, E. T. (1966): Developmental Rate and Vertebral Number in Salmonids.- *J. Fish. Res. Bd. Can.* 23/10: 1531 - 1537.
- GASSER, M. (1976): Ökologie von Barsch, Rotaugen und Salmoniden im Piburger See (mit Berücksichtigung der Sportfischerei).- *Dissertation der Uni Innsbruck.*
- GOLTE, W. (1973): Das südchilenische Seengebiet. Besiedlung und wirtschaftliche Erschließung seit dem 18. Jahrhundert.- *Bonner geograph. Abhandl.* 47: 183 pp.
- GOLUSDA, P. (1927): Aclimatización y cultivo de especies salmonídeas en Chile.- *Bol. Soc. Biol. Concepción* 1/1-2: 80 - 100.
- GONZALES, M.+TORRES, P.+FIGUEROA, L.+CONTRERAS, B.+FRANJOLA, R.(1977): Research on Pseudo-phylloides (Carus 1813) in the South of Chile. II Hepatic and Splenic Pathology by Plerocercoid Infections of *Diphyllbothrium* spp. in *Salmo gairdneri* Richardson 1836 of Calafquén lake.-*Universidad Austral de Chile, Instituto de Parasitología, Valdivia.*
- GONZALES R., T + MASTRARRIGIO, V. (1954): Piscicultura - El Pejerrey.- *Publ. Misc. del Minist. Agri. Gan.* 268: 55 pp.
- GRASSE, P.P. (1961): *Traité de Zoologie. Tome IV; Plathelminthes, Mesozoaaires, Acanthocephales, Nemertiens.*- Paris 1961.
- GROVE, D.J. + LOIZIDES, L.G. + NOTT, J. (1978): Satiation Amount, Frequency of Feeding and Gastric Emptying Rate in *Salmo gairdneri*.- *J. Fish. Biol.* 12: 507 - 516.
- HAIG-BROWN, R. (1954): *Fishermen's Winter.*- William Morrow and Co., New York, 288pp.
- HART, J.L. (1973): Pacific Fishes of Canada.- *Fish. Res. Bd. Can. Bulletin* 180, Ottawa.
- HARTMANN, G.F. (1958): Mouth size and Food Size in Young Rainbow Trout.- *Copeia* 3:233-234.
- HENDERSON, H.F. + WELCH, R.L. (1974): The Relationship of Yield to Morphoedaphic Index and Numbers of Fishermen in African Inland Fisheries.- *CIFA / OP1, FAO*, 26 pp.
- HOAR, W.S. (1939): The Weight-Length Relationship of the Atlantic Salmon.- *J. Fish. Res. Bd. Can.* 4/5: 441 - 460.
- HOAR, W.S. (1942): Diurnal Variation in Feeding Activity of Young Salmon and Trout.- *J. Fish. Res. Bd. Can.* 6/1: 90 - 101.
- HOEHENDORF, K. (1966): Eine Diskussion der Bertalanffy-Funktionen und ihre Anwendung zur Charakterisierung des Wachstums von Fischen.- *Kieler Meeresforschungen* 22/1: 70- 97.
- HOLLOWAY, A. (1950): Report on a Reconnaissance of the Freshwaters of Perú.- *Lima, SCIPA*, 18pp.
- HUNT, R.L. (1965): Surface Drift Insects as Trout Food in the Brule River.- *Transac. Wisconsin Acad. Science* 54: 51 - 61.
- HUREAU, J.C. (1970): Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Notothenidae).- *Bull. Inst. Océanogr. Monaco* 68: 1 - 244.
- HURTUBIA, J. (1973): Trophic Diversity Measurement in Sympatric Predatory Species.- *Ecology* 54/4: 885 - 889.
- HUTCHINSON, G.E. (1957): *A Treatise on Limnology.*- Wiley and Sons 1015 pp.
- HUTCHINSON, G.E. + LÖFFLER, H. (1956): The Thermal Classification of Lakes.- *Proc. Nat. Acad. Sci. Wash.* 42: 84 - 86.
- JAPANESE FISCHEREIVEREINIGUNG / Internationale Abteilung (1970): *Untersuchungsbericht zur Einfuhr von Lachs und Forellen in Chile. (Auf Japanisch)* SCHOWA 45, Material 112, 92 pp.
- ILLIES, J. (1961): Versuch einer allgemeinen bioökologischen Gliederung der Fließgewässer.- *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 46/2: 205 - 213.

- ILLIES, J. (1961): Verbreitungsgeschichte der Plecopteren auf der Südhemisphäre.- Verh. 11. intern. Kongr. Entomologie, Wien, Bd.I 476 - 480.
- ILLIES, J. (1961): Südamerikanische Notonemourinae und die Stellung der Unterfamilie im System der Plecopteren.- Mitt. Schweiz. Entomol. Gesell. 34/2: 97 - 126.
- ILLIES, J. (1968): Biogeography and Ecology of Neotropical Freshwater Insects, Especially those from Running Waters.- in Biogeography and Ecology in South America, FITTKAU u.a. 1968., Dr. W. Junk N.V. Publishers, 685 - 708.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (1972): Carta Preliminar de Chile 1 : 500 000.- Impresión Cartografica Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- JUBB, R.A. (1965): Fresh Water Fishes of the Cape Province.- Ann. Capa. Prov. Mus. 4: 1-72.
- KIPLING, C. (1962): The Use of Scales of the Brown Trout (*Salmo trutta* L.) for the Back Calculation of Growth.- J. Con. intern. Explor. Mer. 27/3: 304 - 315.
- KLOHN, W. (1972): Hidrografía de las Zonas Desérticas de Chile.- Proyecto CHI-35 de los Naciones Unidas para el Desarrollo, Santiago.
- KOOPS, H. MANN, H. (1975): Morphometrische Messungen an Regenbogenforellen unter verschiedenen Haltungsbedingungen.- Arch. Fish. Wiss. 25/3: 99 - 102.
- KREBS, C. J. (1972): Ecology- The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.- Harper and Row, New York, Evanston, San Francisco, London.
- KRÜGER, F. (1965): Zur Mathematik des tierischen Wachstums I. Grundlagen einer neuen Wachstumsfunktion.- Helgol. Wiss. Meeresunters. 12: 78 - 136.
- KUSCHEL, G. (1960): Terrestrial Zoology in Southern Chile.- Proc. Royal Soc. Lon.B 152: 540 - 550.
- LAMPERT, W. (1970): Untersuchungen zur Systematik, Biologie und Populationsdynamik der Coregonen im Schluchsee.- Dissertation der biolog. Fak., Uni. Freiburg, 115 pp.
- LANDGREBE, F.W. (1941): The Role of the Pituitary and the Thyroid in the Development of teleosts.- J. Exper. Biol. 18: 162 - 169.
- LAUGENIE, C. (1971): Elementos de la Cronología Glaciar en los Andes chilenos meridionales.- Cuadernos Geográficos del Sur, Univ. de Concepción, 4: 7 - 20.
- LECREN, E.D. (1951): The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in the Gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*).- J. Anim. Ecol. 20/2: 201 - 219.
- LESEL, R. + THERESIEN, Y. + VIBERT, R. (1972): Acclimatation des Salmonides dans la zone Sub-antarctique (Iles Kerguelen).- Verh. Internat. Verein. Limnol. 18: 1235 - 1242.
- LIENERT, G.A. (1973): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik.- Verlag Anton Hain, Meisenheim am Glan.
- LINDER, A. (1964): Statistische Methoden.- Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart.
- LINDSEY, C.C. (1958): Modification of Meristic Characters by Light Duration in Kokanee *Oncorhynchus nerka*.- Copeia, 134 - 136.
- LLOYD, M. + ZAR, J. + KARR, J.R. (1968): On the Calculation of Information-Theoretical Measures of Diversity.- The American Midland Naturalist 79/2: 257 - 272.
- LOBELL, M. (1947): The Fisheries of Chile - Present Status and Future Possibilities.- U.S. Fisheries Mission (M.S. presentado a Corfo), zitiert aus MILES 1961.
- LÖFFLER, H. (1960): Limnologische Untersuchungen an chilenischen und peruanischen Binnengewässern. 1. Die physikalisch-chemischen Verhältnisse.- Arkiv för Geofysik 3/10: 155 - 254.
- MACCUIB, R. + BAVARI, M. (Jahr?): Federico Albert (1867 - 1928) el padre de la conservación en Chile.- Folleto de Divulgación No. 22, Santiago
- MACCRIMMON, H. R. (1971): World Distribution of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*).- J. Fish. Res. Bd. Canada 28: 663 - 704.
- MACCRIMMON, H.R. + MARSHALL, T.L. (1968): World Distribution of Brown Trout, *Salmo trutta*.- J. Fish. Res. Bd. Canada 25/12: 2527 - 2548.
- MACCRIMMON, H.R. + MARSHALL, T.L. + GOTS, B.L. (1970): World Distribution of Brown Trout, *Salmo trutta*: Further Observations.- J. Fish. Res. Bd. Can. 27/4: 811 - 818.
- MACCRIMMON, H.R. + WEN-HWA KWAIN (1969): Influence of Light on Early Development and Meristic Characters in the Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* Richardson.- Canadian Journal of Zoology 47/4: 631 - 637.
- MANN, G. (1954): La Vida de los Peces en Aguas Chilenas.- Imprenta Stanley, Santiago.
- MANN, G. (1960): Regiones Biogeográficas de Chile.- Inv. Zool. Chilenas 6: 15 - 49.

- MARINI, T.L. (1936): Los Salmonidos en nuestro parque nacional de Nahuel Huapi.- An. Soc. Cient. Arg. 121: 1 - 25, ebenso: Rev. Med. Vet. 23: 46 - 65.
- MARTENS, P. + AGUIPREBENA, P. (1977): Identificación del *Diphyllbothrium* sp. y otros Parasitos en especies Salmonideas en Chile (Lago Rupanco).- Universidad de Chile, Fac. de Ciencias Pecuarias y Med. Vet. Tesis, 48 pp.
- MAYR, E. (1963): Animal Species and Evolution.- The Belknap Press of Harvard Univ. Cambridge Massachusetts.
- MCCOMBIE, A.M. + FRY, F.R.J. (1960): Selectivity of Gill Nets for the Lake Whitefish *Coregonus clupeaformis*.- Trans. Am. Fish. Soc. 89/2: 176 - 184.
- MCDOWALL, P.M. (1968): Interactions of the Native and Alien Faunas of New Zealand and the Problem of Fish Introductions.- Trans. Amer. Fish. Soc. 97: 1 - 11.
- MCDOWALL, R.M. (1971): Fishes of the Family Aplocheilichthyidae.- J. Roy. Soc. N.Z. 1/1:31-52.
- MCDOWALL, P.M. (1971): The Galaxiid Fishes of South America.- Zool. Jour. Linnean Soc. 50/1: 33 - 73.
- MCDOWALL, R.M. (1968): *Galaxias maculatus* (Jenyns), the New Zealand Whitebait.- Fisheries Res. Bull. 2, New Series, 84 pp.
- MCHUGH, J.L. (1954): The Influence of Light on the Number of Vertebrae in the Grunion, *Leuresthes tenuis*.- Copeia: 23 - 25.
- MERCER, J.H. (1972): Chilean Glacial Chronology 20,000 to 11,000 Carbon C-14 Years Ago: Some Global Comparisons.- Science 176: 1118 - 1120.
- MERCER, J.H. + LAUGENIE, C. (1973): Glacier in Chile Ended a Major Readance about 36,000 Years Ago. Some global Comparisons.- Science 182: 1017 - 1019.
- MILES, C. (1961): Informe al Gobierno de Chile sobre la Pesca en aguas continentales en la region de los lagos.- Fisheries Biology Report No. 28, 82 pp. FAO, FB/R28.
- MILLER, R.R. (1960): Man and the Changing Fish Fauna in the American South West.- Pap. Mich. Acad. Sci. Art. Lett. 46: 365 - 404.
- MILLER, R.R. (1972): Classification of the Native Trout of Arizona with the Description of a New Species, *Salmo apache*.- Copeia 3/8: 401 - 422.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1974 , 1978): Cartilla para Pescadores deportivos.-Santiago.
- MOHR, H. (1963): Netzfärbe und Fängigkeit bei Kiemennetzen.- Arch. Fischereiwiss. 14:153-161.
- MOHR, H. (1965): Auswirkung von der Einstellung von Kiemennetzen auf die Fängigkeit von Barsch und Plötze.- Arch. Fischereiwiss. 16: 108 - 115.
- MORENO, C. (1970): *Micropogon manni* n.sp. (Sciaenidae, Teleostomi).- Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. 170: 5 - 10.
- MORENO, C. + URZUA, R. + BAHAMONDE, N. (1977): Breeding Season, Sexual Rate and Fecundity of *Basilichthys australis* Eigenmann 1927, from Maipo River, Chile (Atherinidae, Pisces).- Stud. Neotrop. Fauna Environm. 12: 217 - 223.
- MORENO, C. + OSORIO, H. + ZAMORANO, J. (1976): Mecanismos de distribución de recursos alimenticios entre *Notothenia gibberifrons* y *Notothenia coriiceps* neglecta de Bahía South, Antártica Chilena.- Ser. Cient. Inst. Ant. Chileno 3/2.
- MORENO, C. + OSORIO, H.H. (1977): Bathymetric Food Changes in the Antarctic Fish, *Notothenia gibberifrons* Lönnberg (Pisces: Notothenidae).- Hydrobiologia 55/2: 139 - 144.
- MOTTLEY, C. MC C. (1934): The Effect of Temperature during Development in the Number of Scales in the Kamloops Trout, *Salmo kamloops* Jordan.- Contr. Canad. Biol. 8: 254-263.
- MOTTLEY, C. MC C. (1937): The Number of Vertebrae in Trout (*Salmo*).- J. Biol. Bd. Canada 3: 169 - 176.
- MÜLLER, K. (1953): Zur Arthildung der Bachforelle (*Trutta fario* L.).- Arch. f. Hydrobiol. 48/2: 191 - 196.
- MUNDIE, J.H. (1971): The Dial Drift of Chironomidae in an Artificial Stream and its Relation to the Diet of Coho Salmon Fry, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum).- The Canad. Entomologist 103/3: 289 - 297.
- NAGASAWA, E. + AGUILERA, M.P. (1974): Introduction into Aysén CHILE of Pacific Salmon. No.1 Transportation and Rearing Trials with Japanese Cherry Salmon (*Oncorhynchus masou*), 1972 - 1973.- Japan International Cooperation Agency, Tokyo, Japan.
- NEAVE, F. (1943): Scale Pattern and Scale Counting Methods in Relation to Certain Trout and Other Salmonids.- Trans. Roy. Soc. Can. 37/5: 79 - 91.
- NEAVE, F. (1944): Racial Characteristics and Migration Habits in *Salmo gairdnerii*.- J. Fish. Res. Bd. Can. 6/3: 245 - 251.

- NEEDHAM, P.D. + GARD, D. (1959): Rainbow Trout in Mexico and California.- Univ Calif. Publ. Zool. 67/1: 1 - 124.
- NEGRME, A. (1953): An autochthonous Focus of Diphylobothrium latum in the Southern Hemisphere.- Thapar Comment, 223 - 226.
- NEGRME, A. + BERTIN, V. + DONCKASTER, R. + SILVA, R. + ARTIGAS, J. + PUNSTER, A. + MUÑOZ, F. + FAUNDES, A. + BOSSO, R. (1950): Diphylobothrium latum in Chile III. Nuevas encuestas coprológicas en el sur del país y comprobación de un caso autóctono en Santiago.- Bol. Inf. Paras. Chilenas 5: 42 - 43.
- NEGRME, A. + BERTIN, V. + TAGLO, J. + SILVA, R. + ARTIGAS, J. (1950): Diphylobothrium latum en Chile II. Primera encuesta en el lago Colico.- Bol. Inf. Paras. Chilenas 5: 16 - 17.
- NEGRME, A. + DONCKASTER, R. + SILVA, R. (1950): Diphylobothrium latum en Chile. Primer caso autóctono en el hombre.- Rev. Med. Chile. 78/6: 410- 411.
- NEGRME, A. + BERTIN, V. (1951): Diphylobothrium latum en Chile IV. Estado actual de las investigaciones Epidemiológicas. - Rev. Chil. Hig. Med. Prev. 13: 8 - 11.
- NEGRME, A. + BERTIN, V. (1951): Estado actual de las investigaciones sobre Diphylobothrium latum in Chile.- Rev. Med. Chile. 79/10: 637 - 640.
- NICHOLLS, A.G. (1957): The Tasmanian Trout Fishery. I. Sources of Information and Treatment of Data.- Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 8: 451 - 475.
- NICHOLLS, A.G. (1958): The Egg yield from Brown and Rainbow Trout in Tasmania.- Aust. J. Freshwat. Res. 9: 526 - 536.
- NICHOLLS, A.G. (1961): The Tasmanian Trout Fishery IV. The Rivers of the South and South East.- Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 12: 17 - 53.
- N.N. (1951): Difilobotriasis in Chile.- Bol. Inf. Paras. Chile. 6/3.
- NOODT, W. (1961): Über Tierarmut in Chile.- Verh. Dtsch. Zool. Ges.: 433 - 437.
- NOODT, W. + SAIZ, G. + JUHL DE NOODT, H. (1962): Corte ecológico transversal de Chile Central con consideraciones de los artrópodos terrestres.- Inv. Zool. Chilenas 8: 65 - 117.
- NORLIN, A. (1964): The Occurrence of Terrestrial Insects on the Surface of Two Lakes in Northern Sweden (Ankarvattnet and Blasjön).- Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 45: 196 - 206.
- NORLIN, A. (1967): Terrestrial Insects on Lakes Surfaces, their Availability and Importance as Fish Food.- Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm 47: 39 - 55.
- NÜMANN, W. (1959): Die Umwandlung von markierten Bachforellen in Seeforellen im Bodensee.- Mitt. Inst. Seenforsch. Langenargen 8: 3 - 7.
- NÜMANN, W. (1964): Formenkreise der italienischen, jugoslawischen und adriatischen Forellen, zugleich ein Beitrag über den Wert einiger meristischer Merkmale für Art- und Rassenanalysen.- Schweiz. Z. Hydrologie 26: 102 - 146.
- NÜMANN, W. (1965): Regenbogenforellen als Neueinbürgerer in Stauseen und natürlichen Gewässern.- Österreichs Fischerei, 18/ 11-12: 169 -172.
- NÜMANN, W. (1967): Markierungsversuche an Bach- und Regenbogenforellen im Bodensee als Beitrag zur systematischen Eingliederung von Forellen.- Schweiz. Zeitschr. f. Hydrologie 29/1: 269 - 283.
- NÜMANN, W. + SELLA, M. (1943): Über die Zahl und Zählung von Flossenstrahlen bei Forellen. Thalassia 5/9, 16 pp.
- OLIVER S.,C. (1949): Catálogo de los peces fluviales de la Provincia de Concepción.- Bol. Soc. Biol. Concepción 24: 51 - 60.
- OSORIO, G. u.a. (1974): Anemia megaloblastica grave por Diphylobothrium latum.- Rev. Med. Chile. 102: 700 - 703.
- PARDE (1947): zitiert aus WEISCHET (1970).
- PARKER, R. R. + LARKIN, P.A. (1959): A concept of Growth in Fishes.- J. Fish. Res. Bd. Can. 16/5: 721 - 745.
- PAPR, A.E. (1949): An Approximate Formula for Stating Taxonomically Significant Proportions of Fishes with Reference to Growth Changes.- Copeia 1: 47 - 55.
- PAULY, D. (1978): A preliminary Compilation of Fish Length Growth Parameters.- Berichte aus dem Institut für Meereskunde, Uni. Kiel, 200 pp.
- PEARL, R. + REED, L.J. (1923): On the Mathematical Theory of Population Growth.- Metron 3: 6 - 19.
- PECHLANER, R. (1966): Salmonideneinsätze in Hochgebirgsseen und -tümpeln der Ostalpen. Verh. Int. Verein. theor. angew. Limnologie 16: 1182 - 1191.

- PIELOU, E.C. (1966): Shannon's Formula as a "Measurement of Specific Diversity and its Use and Misuse.- Amer. Natur. 100: 463 - 465.
- PIELOU, E.C. (1966): The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections.- J. Theoret. Biol. 13: 131 - 144.
- PIELOU, E.C. (1977): Mathematical Ecology.- John Wiley + Sons, New York, London, Sidney, Toronto.
- PILLAY, T.V.R. (1970): Fish Culture Development and Fish Introductions.- FAO Fish Cult. Bull. 2/2: 12, 17.
- PLAZA, M. (1950): Reconocimiento y determinación de las especies de salmones introducidos en el Parque Nacional Nahuel Huapi.- Publ. Misc. Minis. Agr. Gan. 336: 61 pp.
- PLAZA, M. + Plaza, J.C. (1954): Salmonicultura.- Publ. Misc. Minist. Agr. Gan. 321: 47pp.
- PUTZER, H. (1968): Überblick über die geologische Entwicklung Südamerikas.- In: FITTKAU u. a. 1968.
- QUIRILL, F. (1948): Sind die im Herbst laichenden Regenbogenforellen Standfische? - Arch. f. Fischereiw. 1: 112 - 135.
- RAMIREZ, S. + STANDEN, D. + LIZANA, M.E. + BIOLLEY, M.A. (1977): Estudio preliminar de Diphyllbothriasis en el lago Colico (Prov. Cautín - IX Región).- Resúmenes VII Congreso Latinoamericano de Zoología, Tucumán, Argentina.
- RAWSON, D.S. (1945): The Failure of Rainbow Trout and Initial Success with the Introduction of Lake Trout in Clear Lake, Ridiny Mountain Park, Manitoba.- Trans. Amer. Fish. Soc. 75: 323 - 335.
- RAWSON, D.S. (1952): Mean depth and the Fish Production of Large Lakes.- Ecology 33/4: 513 - 521.
- RAWSON, D.S. (1955): Morphometry as a Dominant Factor in the Productivity of Large Lakes.- Verh. Internat. Verein. Limnologie 12: 164 - 175.
- REGIER, H.A. + CORDONE, A.J. + RYDER, R.A. (1971): Total Fish Landings from Fresh Waters as a Function of Limnological Variables, with Special References to the Lakes of East Central Africa Fish Stock Assessment on African Inland Waters.- FAO Working Paper No. 3 PI:SF/GHA 10.
- REIMERS, N. + MACIOLEK, J.A. + PISTER, E.P. (1955): Limnological Study of the Lakes in Convict Creek Basin, Mono County, California.- U.S. Fish and Wildl. Ser. Fish. Bull. 103/56: 437 - 503.
- RICKER, W.E. (1971): Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters.- IBP Handbook No. 3, Blackwell Scientific Publications, Oxford + Edinburgh.
- RIEDEL, D. (1963): Contribution to the Experimental determination of the Selection Parameter of Gill Nets.- Arch. Fischereiwiss. 14: 85 - 97.
- ROMEIS, B. (1948): Mikroskopische Technik.- R. Oldenbourg, München.
- RUTTNER, F. (1962): Grundriß der Limnologie.- Verlag W. de Gruyter, Berlin.
- RYDER, R.A. (1965): A Method for Estimation the Potential Fish Production of North-Temperate Lakes.- Trans. Am. Fish. Soc. 94/3: 214 - 218.
- SACHS, L. (1972): Statistische Auswertungsmethoden.- Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- SANHUEZA, D. D. + PUCHI, M.W. (1975): Algunos aspectos del Desove artificial de la trucha "Marrón" (*Salmo trutta fario*) en Aisén.- Universidad Técnica de Estado, Coyhaique-Aisén.
- SAPURNA, J. + ORELLANA, J.M. (1965): Un nuevo caso de Difilobotriasis humana en Chile.- Bol. Chile. Parasit. 20: 50 - 51.
- SHELTON, W.L. + DAVIES, W.D. (1974): Potential Trout Production and Management of Lakes in Central and Southern Perú.- Auburn University, International Center for Aquaculture, Auburn, Alabama 36830.
- SIEGEL, S. (1956): Non-Parametric Statistics for the Behavioural Sciences.- Mc Graw-Hill, New York.
- SILLIMAN, R.P. (1969): Comparison between Gompertz and von Bertalanffy Curves for Expressing Growth in Weight of Fishes.- J. Fish. Res. Bd. Can. 26: 161 - 165.
- SMITH, M.W. (1955): Fertilization and Predator Control to Improve Trout Angling in Natural Lakes.- J. Fish. Res. Bd. Canada 12: 210 - 237.
- SMITH, S.B. (1955): The Relation Between Scale Diameter and Body Length of Kamloops Trout *S. gairdneri* kamloops.- J. Fish. Res. Bd. Canada 12/5: 742 - 753.
- SMITH, M.W. (1956): Furthermore Improvement in Trout Angling at Crecy Lake, New Brunswick, with Predator Control Extended to Large Trout.- Canad. Fish Culturist 19: 13 - 16.

- SOLAR, I. (1972): El Cultivo artificial de Truchas en Jaulas de Redes.- Jornadas de Trabajo para Funcionarios de la División de Pesca y Caza del SAG. Mimeógrafo 11 pp.
- STEINBERG, R. (1961): Die Fähigkeitigkeit von Kiementzen für Barsch und Plötze in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Netzmaterials, der Netzkonstruktion und der Reaktion der Fische.- Arch. Fischereiwiss. 12: 173 - 230.
- STEINMANN, P. (1952): Polytypie und intraspezifische Evolution bei Süßwassertieren.- Schweiz. Zeits. Hydrologie 14: 313 - 332.
- STEINMANN, P. (1944): Probleme der Systematik unserer europäischen Forelle.- Schweiz. Fisch. Ztg. 52: 78 - 83 ; 164 - 170 ; 283 - 292.
- STOBO, W.T. (1972): Effects of Formalin on the Length and Weight of Yellow Perch.- Trans. Amer. Fish. Soc. 101: 362 - 364.
- SWYNNERTON, G.H. + WORTHINGTON, E.B. (1939): Brown Trout Growth in the Lake District.- Salmon Trout Mag. 97: 337 - 355.
- SZIDAT, L. + SORIA, M.F. (1957): Difilobotriasis en nuestro país.- Bol. Mus. Arg. Cien. Nat. "Bernardino Rivadavia" 9: 28 pp.
- SZIDAT, L. (1964): Vergleichende helmintologische Untersuchungen an den argentinischen Großmägen *Larus marinus dominicanus* und *L. ridibundus maculipennis* nebst neuen Beobachtungen über die Artbildung bei Parasiten.- Z. f. Parasitenkunde 24: 351 - 414.
- SCHNFER, E. (1954): Origen de las especies salmonideas en los ríos magallánicos.- Unveröffentlichte Kopie aus dem Instituto de Zoología UACH, Valdivia, 6 pp.
- SCHNPERCLAUS, W. (1938): Die Schädigung der Deutschen Fischerei durch Fischparasiten und Fischkrankheiten.- Fischereizeitung Neudamm 41: 22.
- SCHNPERCLAUS, W. (1949): Untersuchungen über die Formen der deutschen Regenbogenforelle und ihre Leistungen bei der Aufzucht durch künstliche Fütterung.- Z. f. Fischerei u.d. Hilfswiss. 1: 207 - 222.
- SCHIEMENZ, P. (1916): Über das Mindestmaß der Fische.- D. Fisch. Korresp. 20.
- SCHINDOWSKI, E. + TESCH, F.W. (1957): Methodisches zur Wachstumsrückberechnung, erläutert am Beispiel von *Lucioperca sandra* Cuv. u. Val., *Perca fluviatilis* L. und *Salmo trutta* fario L.- Z. Fisch. N.F. 5/3-4: 247 - 267.
- SCHMIDT, J. (1921): Racial Investigations VII.- C. R. Lab. Carlsberg 14/15: 19 - 23.
- TACK, E. (1953): Die verschiedenen Formen der Regenbogenforelle.- Ber. Limnolog. Flußstat. Freudenthal IV: 56 - 57.
- TÄNNING, A.V. (1944): Experiments on Meristic and Other Characters in Fishes. I. On the Influence of Temperature on some Meristic Characters in Sea-Trout and the Fixation Period of these Characters.- Meddel. Kom. Danmarks Fiskeri og Havundersøg., Ser. Fiskeri 2/5.
- TÄNNING, A.V. (1946): Stage of Determination of Vertebrae in Teleostean Fishes.- Nature 157: 594 - 597.
- TÄNNING, A.V. (1952): Experimental Study of Meristic Characters in Fishes.- Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc. 27: 169 - 193.
- TCHERNAVIN, V.V. (1944/45): A Revision of some Trichomycterinae based on Material Preserved in the British Museum (Natural History).- Proc. Zool. Soc. London 114: 234 - 275.
- TCHERNAVIN, V.V. (1944/45): A Revision of the Subfamily Orestiinae.- Proc. Zool. Soc. London 114: 140 - 233.
- TESCH, F.W. (1963): Die zweckmäßige Pflege der Fischbestände.- Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 112 pp.
- TESCH, F.W. (1971): Age and Growth.- In: RICKER, W.E. 1971.
- THORPE, J.E. (1974): Trout and Perch Populations at Loch Leven, Kinross.- Proc. R. S. E. (B) 20: 295 - 313.
- TORRES, P. + CONTRERAS, B. FIGUEROA, L. + FRANJOLA, R. + GONZALES, H. + MARTIN, R. (1977): Investigaciones sobre Pseudophyllidae (Eurus 1813) en el Sur de Chile I. Estudio preliminar sobre infección por plerocercoides de *Diphyllbothrium* spp. en *Salmo gairdnerii* Richardson 1836 del lago Calafquén/ Chile.- Bol. Chile. Parasit. 32 (in Druck).
- TORRES, P. + FIGUEROA, L. + GONZALES, H. + CONTRERAS, B. + FRANJOLA, R. + MARTIN, R. (1978): Aspectos sistematicos de la relación parasito- huésped de los plerocercoides de *Salmo gairdnerii* Rich. 1936. Resumen de los resultados obtenidos en 1977.- Universidad Austral de Chile, mimeo, 10 pp, Instituto de Parasitología Humana/Valdivia.
- TREWAVAS, E. (1953): Sea Trout and Brown Trout.- The Salmon and Trout Magazin 139: 199-215.
- TULIAN, E. A. (1908): Acclimatisation of American Fishes in Argentina.- U.S. Bur. Fish. Bull. Washington 28: 957 - 965.

- TUSA, I. (1969): On the Feeding Biology of the Brown Trout (*Salmo trutta m. fario* L.) in the Course of Day and Night.- *Zoologické Listy* 18/3: 275 - 284.
- UROUIDI, W.T. (1969): Lista de Peces Bolivianos.- Academia Nacional de Ciencias de Bolivia Publ. 24: 65 pp.
- URZUA, P.R. + DIAZ, M.C. + KARMY, B.E. + MORENO, M.C. (1977): Alimentación Natural de *Basilichthys australis* (Eigenmann) en Tejas Verdes, Chile (Atheriniformes, Atherinidae).- *Biología Pesquera*, SAG 9: 45 - 61.
- VALENZUELA, A. (1975): Proyecto de cultivo industrial de Trucha Arcoiris. Piscicultura lago Llanquihue.- Tesis de la Universidad Católica de Valparaíso/Chile.
- VARELA, C. (1978): Morphometria del lago Pullingue (Provincia de Valdivia, Chile).- *Medio Ambiente* 3/2: 59 - 65.
- VILLWOCK, W. (1962): Die Gattung *Orestias* (Pisces, Microciprini) und die Frage der intra-lacustrischen Speziation im Titicacaseegebiet.- *Verh. Dt. Zool. Ges., Wien*, Suppl. 26: 610 - 624.
- VILLWOCK, W. (1966): Zur Biologie der *Orestinae* (Pisces, Cyprinodontidae) unter besonderer Berücksichtigung von Darminhaltsuntersuchungen. Ein Beitrag zum Problem der Speziation in der Gattung *Orestias*.- Abhandl. u. Verh. Naturwiss. Verein. Hamburg, N.F. 10: 153-166.
- VILLWOCK, W. (1972): Gefahren für die endemische Fischfauna durch Einbürgerungsversuche und Aklimatisierung von Fremdfischen am Beispiel des Titicaca (Perú-Bolivien) und des Lannad-Sees (Mindanao, Philippinen).- *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 18: 1227-1234.
- WALFORD, L.A. (1946): A new Graphic Method of Describing the Growth of Animals.- *Biological Bulletin* 90/2: 141 - 147.
- WARE, D.M. (1972): Predation by Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*): the Influence of Hunger, Prey Density and Prey Size.- *J. Fish. Res. Bd. Canada* 29: 1193 - 1201.
- WEATHERLEY, A.H. (1972): Growth and Ecology of Fish Populations.- Academic Press, London, New York.
- WEISCHET, W. (1970): Chile - seine länderkundliche Individualität und Struktur.- Wissenschaftliche Länderkunden Bd 2/3, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- WETZLAR, H. (1973): Untersuchungen an zwei Schwarzwaldbächen über Biomassen des Detritus, der allochthonen Landtiere und der autochthonen Benthosorganismen in der Oberflächenschicht und Submersen Drift sowie im Sediment.- Diplomarbeit der Universität Freiburg.
- WEYMOUTH, F.W. + MCMILLIN, H.C. (1931): The relative Growth and Mortality of the Pacific Razor Clam (*Siliqua patula* Dixon), and their Bearing on the Commercial Fishery. *Bull. Bur. Fish. Washington* 46: 543 - 567.
- WHITLEY, G.P. (1959): Fresh Water Fishes of Australia.- *Monogr. Biol.* 8: 136 - 149.
- WINSOR, C.P. (1932): The Gompertz Curve as a Growth Curve.- *Proc. Nat. Acad. Sci.* 18: 1-8.
- WINSOR, C.P. (1932): A Comparison of Certain Symmetrical Growth Curves.- *J. Wash. Acad. Sci.* 22: 73 - 84.
- WOLFHÜGEL, K. (1949): Es autóctono el *Diphyllbothrium* in Chile?- *Bol. Soc. Biol. Concepción* 24: 85 - 89.
- WOODHEAD, A.D. (1966): Effects of Thyroid Drugs on Larvae of the Brown Trout, *Salmo trutta*.- *J. Zool. London* 149: 394 - 413.
- WUNDER, W. (1971): Mißbildung beim Kabeljau (*Gadus morrhua*), verursacht durch Wirbelsäulenverkürzung.- *Helgol. wiss. Meeresunters.* 22: 201 - 212.
- WUNDER, W. (1975): Röntgenanalysen verkürzter Fischwirbelsäulen A. Kabeljau (*Gadus morrhua* L.) und B. Maifisch (*Alosa alosa*).- *Arch. Hydrobiol.* 75: 366 - 401.
- WUNDER, W. (1975): Verkrüppelte Fische aus dem Bodensee (*Coregonus wartmanni* Bloch) und Gangfisch (*Coregonus macrophthalmus* Nüsslin). Ursache: Wirbelsäulenverkürzung (Toxische Osteosklerose).- *Zool. Anz. Jena* 194: 279 - 292.
- WUNDER, W. (1977): Wirbelsäulenverkürzung (Osteosklerose) bei Laichfischen der Regenbogenforelle *Salmo gairdneri*, (Rich.).- *Natur und Museum* 107/11: 333 - 337.
- ZARET, T. + PAINE, R.T. (1973): Species Introduction in a Tropical Lake.- *Science* 182: 449-455.
- ZEISS, E. + BASULTO, S. + ASTUDILLO, V. (1973): Consideraciones sobre algunos Aspectos del Desove e incubación artificial de la trucha del Genero *Salmo* en Chile.- *Biología Pesquera*, SAG 6: 77 - 100.
- ZEIL, W. (1964): Geologie von Chile.- Borntraeger, Berlin-Nikolassee, 233 pp.
- ZWICK, P. (1974): Insecta, Plecoptera. Phylogenetisches System und Katalog.- *Das Tierreich* 94/1-32: 1- 465.
- ZWICK, P. (1975): Edwardsiinae (Diptera: Blephariceridae). Tansantarctic dispersal or relict distribution?- *Verh. Internat. Verein. Limnologie* 19: 3164 - 3167.

14. Lebenslauf

=====

Am 10. September 1947 wurde ich in Dinslaken / NRW als zweiter Sohn von Gisela Wetzlar, geb. Krüger und Ober Reg. Verm. Rat Max Wetzlar geboren. Im Mai 1971 heiratete ich Veronika Wetzlar, geb. Klopp; unsere beiden Töchter kamen 1977 und 1979 zur Welt.

Schulbildung: Nach vier Jahren Volksschule besuchte ich von 1958 bis 1966 das neusprachliche Gymnasium in Wesel und schloß es mit dem Abitur im November 1966 ab.

Universität: Nach der Ableistung eines viermonatigen Forstpraktikums im Reichswald bei Kleve / NRW, studierte ich ab SS 1967 in Freiburg / Br. zuerst zwei Semester Forstwirtschaft, dann Biologie. Nach dem Vordiplom im März 1969 wählte ich Limnologie als Hauptfach, da es meinen ökologischen Interessen am meisten entsprach. Im Hauptdiplom (Juli 1973) hatte ich Zoologie, Paläontologie und Geologie als Nebenfächer.

Auslandsaufenthalt: Ein Stipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes ermöglichte mir von Januar 1974 bis Juli 1976 einen Studienaufenthalt in Valdivia / Chile am Zoologischen Institut der Universidad Austral de Chile. Meine Tätigkeit bestand in praktischer Zusammenarbeit mit Fischzuchtanstalten, Fischer und Sportanglern. Hierbei sammelte ich Material für meine Promotion. Eine weitere Informationsreise führte mich von Januar bis März 1978 wieder nach Lateinamerika. Ich informierte mich über Binnenfischereiprobleme in Peru und Bolivien und ergänzte meine Materialsammlung für meine Promotion in Südchile.

Promotion: Seit Juli 1976 arbeite ich am Limnologischen Institut der Universität Freiburg in Konstanz unter der Leitung von Prof. Dr. J. Schwoerbel über das Thema: "Beiträge zur Biologie und Bewirtschaftung von Forellen (*Salmo gairdnerii* und *S. trutta*) in Chile".

